

DIAGNÓSTICO SITIOS PARA PEQUEÑOS ACUMULADORES, RIEGO PEQUEÑA AGRICULTURA CON ERNC EN ARAUCO

RESUMEN EJECUTIVO

Mayo de 2021



**Mejor Riego
para Chile**

yo
cuido
el agua

SANTIAGO, MAYO DE 2021

REALIZADO POR



COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Federico Errázuriz T.

Secretario Ejecutivo Comisión Nacional de Riego

Mónica Rodríguez B.

Jefa de la División de Estudios, Desarrollo y Políticas

Gastón Valenzuela L.

Coordinador Unidad de Estudios

Leonardo Machuca S.

Supervisor del Estudio

Profesionales participantes de la CNR

Javiera Herrera P.

Cristian Navarrete G.

Norberto Werner S.

Patricio Espinoza C.

Felipe Salamanca P.

EQUIPO DEL CONSULTOR PARTICIPANTE

Jaime Vargas P.

Ingeniero Civil, Jefe del Estudio

Eugenio Tobar E.

Ingeniero Civil, Especialista Hidrología

Paula Mardones M.

Geóloga, Especialista en Hidrogeología

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

Eugenio Muñoz T.

Ingeniero de Ejecución en Geomensura, Encargado del Autocontrol Topográfico

Felipe Ramírez R.

Ingeniero Civil Ayudante

TABLA DE CONTENIDOS

1.	OBJETIVOS Y ÁREA DE ESTUDIO.....	7
1.1.1.	Objetivo General.....	7
1.1.2.	Objetivos Específicos.....	7
1.2.	Área de Estudio.....	7
2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	9
2.1.	Localización Geográfica.....	9
2.2.	Antecedentes Demográficos.....	9
2.2.1.	Antecedentes de empleo.....	9
2.2.2.	Antecedentes de pobreza.....	10
2.3.	Caracterización Agroclimática.....	10
2.3.1.	Cambio Climático.....	11
2.4.	Suelos.....	12
2.5.	Antecedentes de Hidrología.....	13
2.5.1.	Calidad de Aguas Superficiales.....	13
2.5.2.	Antecedentes de Derechos de Aguas.....	14
2.6.	Agua Subterránea.....	14
2.6.1.	Antecedentes Geológicos.....	14
2.6.2.	Antecedentes Hidrogeológicos.....	14
3.	ESTUDIOS BÁSICOS Y TRABAJOS EN TERRENO.....	14
3.1.	Caracterización de Agricultores dentro del Área de Estudio.....	14
3.2.	Caracterización General de la Situación Agropecuaria Actual.....	15
3.3.	Estudio de Mercado, Comercialización y Precios.....	16
3.4.	Estudio de los Recursos Hídricos.....	18
3.4.1.	Estudio Hidrológico.....	18
3.5.	Análisis de Calidad de Aguas Superficiales.....	23
3.6.	Estudio Hidrogeológico.....	25
3.6.1.	Geología.....	25
3.6.2.	Hidrogeología.....	25
4.	IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE POTENCIALES FUENTES ACTUALES DE ABASTECIMIENTO HÍDRICO PARA RIEGO.....	30
4.1.	Fuentes Superficiales.....	30
4.2.	Fuentes Subterráneas.....	32
5.	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE SITIOS PARA PROYECTOS DE RIEGO.....	34

5.1.	Ranking de Predios Preseleccionados	34
5.2.	Selección de 60 Individuales y 10 Comunitarios.....	35
6.	TRABAJOS TOPOGRÁFICOS	35
7.	MUESTREOS DE AGUA PARA ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES.....	37
8.	ESTUDIOS LEGALES.....	39
8.1.	Actividades Desarrolladas	39
9.	DESARROLLO DE LAS SOLUCIONES DE RIEGO.....	40
9.1.	Contenidos.....	40
9.2.	Criterios de Diseño Generales.....	41
9.3.	Desarrollo de los Proyectos de Riego.....	42
9.3.1.	Criterios de Diseño.....	42
10.	ESTUDIO AGROECONÓMICO DE PROYECTOS INDIVIDUALES Y COMUNITARIOS.....	51
10.1.	Encuesta Agronómica	51
10.2.	Mercados Situación Actual y Determinación de Precios.....	51
10.2.1.	Mercados Situación Actual.....	51
10.2.2.	Determinación de Precios.....	52
10.2.3.	Resultados Análisis de Suelo.....	52
10.2.4.	Estimación de los Beneficios Proyectos Comunitarios.....	53
11.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	54
11.1.	Resultados de las Evaluaciones Económicas para los 10 Proyectos Comunitarios.....	55
11.2.	Conclusiones Evaluación Económica.....	57
11.2.1.	Análisis de Sensibilidad	58
12.	ANÁLISIS AMBIENTAL, DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL Y ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA PARA LOS PROYECTOS COMUNITARIOS.....	58
13.	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	59
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
14.1.	Conclusiones Generales en el Área de Estudio	60
14.2.	Conclusiones Específicas	62
14.3.	Recomendaciones.....	69

TABLAS

Tabla 2.2-1 Tasas de desocupación ambos sexos región del Biobío (%).....	9
Tabla 2.2-2 Tasa de Pobreza por Ingresos.....	10
Tabla 2.3-1 Características Climáticas del Distrito 8-9-1 Concepción.....	11
Tabla 2.3-2 Características Climáticas del Distrito 8-9-2 Curanilahue.....	11
Tabla 3.2-1 Resumen Uso del Suelo en Situación Actual.....	16
Tabla 3.3-1 Precios a Productor.....	17
Tabla 3.4-1 Estaciones pluviométricas consideradas (Datum WGS84 H18S).....	18
Tabla 3.4-2 Estaciones Fluviométricas Consideradas.....	22
Tabla 3.4-3 Caudales Medios Mensuales Generados	23
Tabla 8.1-1 Resumen derechos de aguas superficiales solicitados.....	40
Tabla 9.3-1 Resumen Resultados Obtenidos en los 60 Proyectos Individuales.....	47
Tabla 11.1-1 Resumen Resultados Proyectos Comunitarios.....	56

FIGURAS

Figura 1.2-1 Área de Estudio	8
Figura 3.4-1 Isoyetas Medias Anuales.....	19
Figura 3.4-2 Hidrografía Provincia de Arauco	21
Figura 3.6-1 Ubicación Captaciones Subterráneas.....	26
Figura 9.3-1 Ubicación Proyectos Desarrollados.....	50

1. OBJETIVOS Y ÁREA DE ESTUDIO

1.1.1. Objetivo General

Contribuir al uso eficiente del agua mediante la identificación de sitios para la acumulación de pequeños volúmenes de agua para riego, bebida animal y fines domésticos de acuerdo con las necesidades de los pequeños agricultores y comunidades indígenas de la Provincia de Arauco, incluyendo la solicitud y regularización de derechos de agua superficial en el caso de comunidades.

1.1.2. Objetivos Específicos

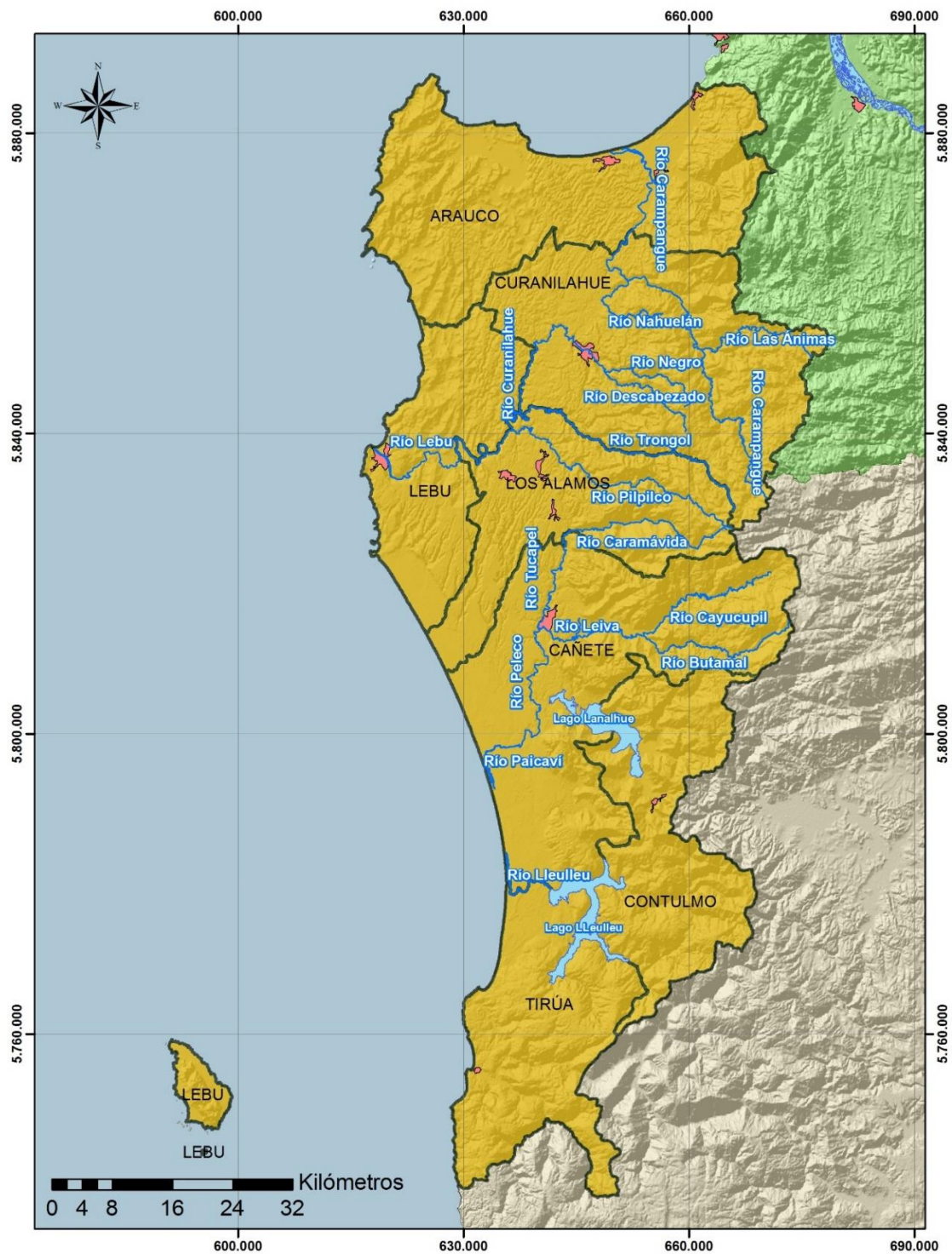
Diagnosticar la situación actual agropecuaria y del riego de las familias y comunidades Indígenas de la Provincia de Arauco.

- Realizar un estudio hidrológico y realizar aforos en invierno tanto superficial como subterráneos.
- Identificación de sitios para acumulación de pequeños volúmenes de agua para el riego de pequeñas superficies, destinadas al autoconsumo y producción agropecuaria a pequeña escala de familias y comunidades indígenas de la Provincia de Arauco.
- Realizar la solicitud de derechos de agua para proyectos comunitarios e individuales que tengan más de 1 l/s.
- Elaboración de ideas conceptuales de las estructuras de acumulación (ubicación, materialidad, volumen, costos aproximados) para el riego tecnificado o impulsión de las aguas con Energías Renovables no Convencionales (ERNC) para Comunidades y usuarios individuales en la Provincia de Arauco.
- Realizar una evaluación económica de los proyectos de riego comunitarios identificados.
- Propuesta de plan de seguimiento de las propuestas de sitios de acumulación de manera tal de asegurar su diseño y su presentación para su financiamiento.
- Realizar un proceso de participación ciudadana que dé cuenta de los avances del estudio y de las futuras soluciones de riego.

1.2. Área de Estudio

En la siguiente figura se muestra el área de estudio.

Figura 1.2-1 Área de Estudio



2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Localización Geográfica

El área de estudio corresponde a la Provincia de Arauco, ubicada en la VIII Región del Biobío. Se compone de 7 comunas: Arauco, Lebu, Curanilahue, Los Álamos, Cañete, Contulmo y Tirúa. Se encuentra ubicada a 570 km de Santiago aproximadamente.

2.2. Antecedentes Demográficos

Los antecedentes demográficos han sido obtenidos del último Censo del año 2017. Las poblaciones de la Región, Provincia y de las respectivas comunas son las siguientes:

- Región del Biobío: 1.556.805 hab
- Provincia de Arauco: 166.087 hab
- Comuna de Lebu: 25.522 hab
- Comuna de Arauco: 36.257 hab
- Comuna de Cañete: 34.537 hab
- Comuna de Contulmo: 6.031 hab
- Comuna de Curanilahue: 32.288 hab
- Comuna de Los Álamos: 21.035 hab
- Comuna de Tirúa: 10.417 hab

2.2.1. Antecedentes de empleo

En la tabla a continuación se presentan las tasas de desocupación para la Región del Biobío separados por provincia.

Tabla 2.2-1 Tasas de desocupación ambos sexos región del Biobío (%)

Período	Provincia Concepción	Provincia de Arauco	Provincia de Biobío
Promedio 2010	9,4	10,025	8,825
Promedio 2011	8,35	7,875	7,425
Promedio 2012	8,5	7,225	7,8
Promedio 2013	7,675	7,3	8,325

Período	Provincia Concepción	Provincia de Arauco	Provincia de Biobío
Promedio 2014	8,1	5,725	9,7
Promedio 2015	7,6	5,95	8,025
Promedio 2016	7,425	6,35	6,45
Promedio 2017	7,5	6,55	6,6

Fuente: Encuesta nacional de empleo, INE 2019.

2.2.2. Antecedentes de pobreza

Respecto a los niveles de pobreza, en función a los resultados de Casen 2017 por comuna que se disponen, se tiene lo siguiente.

Tabla 2.2-2 Tasa de Pobreza por Ingresos

Nombre comuna	Número de personas en situación de pobreza por ingresos	Porcentaje de personas en situación de pobreza por ingresos 2017
Lebu	3.302	13,2%
Arauco	7.301	15,9%
Cañete	5.427	15,8%
Contulmo	1.058	24,2%
Curanilahue	3.532	12,3%
Los Álamos	3.514	16,1%
Tirúa	2.933	26,1%

Fuente: Casen 2017.

2.3. Caracterización Agroclimática

De acuerdo con el Atlas Agroclimático de Chile, año 2017, habría dos distritos que cubren la provincia de Arauco son los siguientes:

- 8-9-1 Concepción
- 8-9-2 Curanilahue

En las siguientes 2 tablas se incluyen las características climáticas de cada uno de los distritos.

Tabla 2.3-1 Características Climáticas del Distrito 8-9-1 Concepción

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Máxima	°C	22,5	21,9	20,1	17,7	15,3	13,5	12,9	13,5	15,3	17,7	20,1	21,9	17,7
T. Mínima	°C	11,4	11,0	10,0	8,5	7,1	6,1	5,7	6,1	7,1	8,6	10,0	11,0	8,6
T. Media	°C	16,1	15,6	14,3	12,5	10,7	9,3	8,8	9,3	10,7	12,5	14,3	15,6	12,5
Suma Térmica	D.G.	191	176	131	90	49	38	26	38	49	90	131	176	1.185
Horas Frío	Horas	0	0	2	13	85	168	190	168	85	13	2	0	725
Radiación Solar	Cal/cm ² día	564	512	420	315	224	171	171	224	315	420	512	564	368
Humedad Relativa	%	77	78	79	81	83	84	84	84	83	81	79	78	81
Precipitaciones	mm	34	34	45	91	170	193	148	148	91	68	57	57	1.135
Evap. Potencial	mm	145	138	120	95	69	51	44	51	70	95	120	138	1.136
Def. Hídrico	mm	111	104	75	4	0	0	0	0	0	27	63	81	465
Exd. Hídrico	mm	0	0	0	0	101	142	104	97	21	0	0	0	465
Índice de aridez	pp/etp	0,23	0,25	0,38	0,96	2,46	3,78	3,36	2,90	1,30	0,72	0,48	0,41	1,00
Heladas (T<0°C)	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	1,0	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	2,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Tomo 4, 2017, Agrimed y Universidad de Chile.

Tabla 2.3-2 Características Climáticas del Distrito 8-9-2 Curanilahue

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Máxima	°C	25,1	24,3	22,0	18,8	15,7	13,4	12,6	13,0	15,1	18,2	21,5	24,1	18,7
T. Mínima	°C	10,8	10,5	9,5	8,3	7,0	6,1	5,8	6,1	6,7	7,9	9,3	10,4	8,2
T. Media	°C	17,1	16,6	15,1	13,0	10,9	9,3	8,8	9,1	10,4	12,5	14,7	16,5	12,8
Suma Térmica	D.G.	214	197	151	96	56	34	23	24	49	85	141	195	1.266
Horas Frío	Horas	0	0	4	23	76	166	209	176	102	33	5	6	798
Radiación Solar	Cal/cm ² día	571	544	471	371	271	198	171	198	271	371	471	544	371
Humedad Relativa	%	75	75	77	80	83	85	85	84	82	79	77	75	80
Precipitaciones	mm	32	32	48	111	238	317	238	238	127	95	64	48	1.587
Evap. Potencial	mm	153	145	125	98	71	52	44	52	71	98	125	145	1.180
Def. Hídrico	mm	121	114	78	0	0	0	0	0	0	3	62	98	475
Exd. Hídrico	mm	0	0	0	13	167	266	194	187	56	0	0	0	882
Índice de aridez	pp/etp	0,21	0,22	0,38	1,13	3,34	6,16	5,39	4,62	1,78	0,97	0,51	0,33	1,34
Heladas (T<0°C)	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,8	1,2	0,8	0,4	0,1	0,0	0,0	3,5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Tomo 4, 2017, Agrimed y Universidad de Chile.

2.3.1. Cambio Climático

La información contenida en el Atlas Agroclimático de Chile, año 2017, presenta, por Distrito, un análisis por localidad, donde habían estaciones de medición, una comparación de la Línea Base con una proyección de los parámetros agroclimáticos al año 2050.

El cambio climático indica que hacia el año 2050 se produciría un aumento de las temperaturas, los días grados y de la evapotranspiración potencial. En contraposición, entre los parámetros que anotarían descensos figuran las horas frío, las heladas y las precipitaciones.

Así, algunas especies frutales de hoja caduca que actualmente tienen una adaptación media a media-alta en el área de estudio, a futuro podría disminuir su adaptabilidad, al descender las horas frío. En el caso de frutales de hoja persistente y berries, el escenario es más favorable debido al aumento de los días-grado, menor número de heladas y a la ampliación del período libre de heladas.

La proyección de alza en las temperaturas, aumento de las evapotranspiración potencial y disminución de las precipitaciones, necesariamente implicará mayores requerimientos de agua de riego.

2.4. Suelos

En la provincia de Arauco sólo el 2,8% de los suelos posee Capacidad de Uso II, la que no presenta ninguna restricción al desarrollo de distintas especies. Entretanto, los suelos correspondientes a la clasificación III y IV suman el 16,9% y los con Capacidad de Uso VI comprenden el 9,4% de los terrenos, en estos últimos es necesario el uso de riego tecnificado para el riego de los cultivos, en esta clasificación no se incluyen los suelos con capacidad de Uso VIw, los que tienen serios problemas de drenaje y por su posición topográfica no pueden ser drenados. De esta manera, el área con potencial agrícola alcanza a más de 157 mil hectáreas, equivalentes al 29,1% de los suelos de la provincia.

En el ámbito del drenaje, aproximadamente 462.300 hectáreas reconocidas en el área de estudio no presentan problemas de drenaje; 31.390 ha, equivalentes a 5,8% del área, poseen un drenaje excesivo, en tanto que el 0,5% tiene un drenaje moderado. Las situaciones más adversas de drenaje abarcan del orden de 12.818 hectáreas, es decir, el 2,4% del área.

En cuanto a la categoría de riego, sólo el 0,5% de los suelos son muy apropiados para el regadío y no presentan restricciones a esta práctica. Aproximadamente el 9% posee leves limitaciones, por lo que en ellos se pueden utilizar métodos tradicionales de riego con algunas prácticas de conservación, éstos se clasifican en aptitud de riego 2. Los pobremente

adaptados al riego representan el 6,6% de los suelos, en éstos es necesario realizar un manejo cuidadoso del riego, en tanto que en cultivos más exigentes es adecuado el uso de riego tecnificado. Aquellos suelos que presentan serias limitaciones al regadío cubren 4,5% de la superficie. Finalmente, cabe indicar que el 76,6% no son apropiados para el regadío.

Con relación a la Aptitud Frutal de los suelos, el 12,5% de la superficie total la provincia de Arauco no presenta severas limitaciones al desarrollo de las especies frutales, el 3,7% presenta severas limitaciones y algo más del 80,8% no tiene aptitud frutícola.

Finalmente, en el plano de la erosión, el 27,5% de los suelos no presenta problemas de erosión, el 54,6% posee ligeros problemas y el 13,5% una erosión moderada.

2.5. Antecedentes de Hidrología

Para el estudio hidrológico de la zona de interés dentro de la VIII Región del Biobío, se han recopilado las bases de datos actualizadas que dan cuenta de los parámetros hídricos de escorrentía superficial y pluviometría, que, a partir de su formato inicial de series estadísticas, permitirán efectuar el estudio señalado.

Dichas series estadísticas se han recopilado a través de la información aportada por la DGA, cuyos datos corresponden a los registros de medición provenientes de la red hidrometeorológica nacional (Banco Nacional de Aguas, BNA), que incluye las estaciones fluviométricas y pluviométricas distribuidas en el territorio. Todas ellas fueron actualizadas al año 2019.

2.5.1. Calidad de Aguas Superficiales

Para la caracterización de las aguas superficiales se recopiló información asociada a la red de monitoreo de la DGA existente en la Provincia de Arauco. En particular, del total de 13 estaciones sólo 3 carecen de información.

2.5.2. Antecedentes de Derechos de Aguas

Se ha realizado una recopilación de los derechos de aprovechamientos de aguas superficiales y subterráneas, constituidos y en trámite a partir de la revisión de los registros del Catastro Público de Aguas (CPA) de la DGA-MOP para la provincia de Arauco. Los análisis se han hecho tanto en los derechos de tipo consuntivo como no consuntivo, constituidos y en trámite.

2.6. Agua Subterránea

2.6.1. Antecedentes Geológicos

La Geología de la Provincia se describió a través de 2 Hojas realizadas por el Sernageomin a escala 1:250.000. Estas corresponden a la Hoja Arauco-Lebu y sector Norte de la Hoja Puerto Saavedra (Ferraris y Bonilla, 1980), y la Hoja Los Ángeles-Angol (Ferraris, 1981).

2.6.2. Antecedentes Hidrogeológicos

No existen estudios hidrogeológicos para la zona específica de interés, sin embargo, se recopiló información asociada a los expedientes de derechos de aguas subterráneas presentes en la Provincia de Arauco, y con ello fue factible obtener información asociada a los planos de construcción de pozos, pruebas de bombeo de gasto variable y de gasto constante, estratigrafía y, eventualmente, calidad de agua.

3. ESTUDIOS BÁSICOS Y TRABAJOS EN TERRENO

3.1. Caracterización de Agricultores dentro del Área de Estudio

El área de riego se concentra en predios menores de 12 HRB en un 63,8% del total del área de riego. En predios mayores de 12 HRB, el riego sólo se da en la comuna de Tirúa con el 36,2% del total de superficie de riego restante.

Con relación a comunidades mapuches, la provincia de Arauco cuenta con un total de 177 comunidades, distribuidas en las diversas comunas que la conforman. Al respecto, la comuna de Cañete es la que tiene el mayor número de comunidades indígenas con un 32,8% del total, seguido en orden de importancia, por Tirúa con 24,3%, Arauco con 13% y Los Álamos con

11,9%. Las comunas con menos comunidades son Lebu y Contulmo, que en conjunto alcanzan el 18,07%.

3.2. Caracterización General de la Situación Agropecuaria Actual

La caracterización general de la situación actual y las proyecciones del área se elaboró en función de los antecedentes que han proporcionado INDAP, PRODESAL, PDTI, CONADI y otras instituciones.

A través de INDAP, cada una de las municipalidades está apoyando a los agricultores a través de las acciones de emprendimiento, la idea es tecnificar y mecanizar lo que es el campo.

INDAP Arauco está encargada de las comunas de Arauco, Curanilahue y Lebu. Explican que el tema del agua es crítico en la provincia y que existen escasas fuentes superficiales disponibles. Además, señalan que con motivo del terremoto del año 2010 las napas subterráneas bajaron y la pendiente de los terrenos sufrió una modificación, lo que provocó la disminución de la humedad de los suelos.

INDAP Cañete En Cañete es la responsable del funcionamiento de las comunas de Cañete, Los Álamos y Contulmo, donde existen 1.500 usuarios, de los cuales son 1.200 PDTI y 300 de Prodesal.

Los principales rubros desarrollados corresponden a ganado bovino y ovino, alimentado con pradera natural y también con mezcla de ballica más trébol, algunas regadas.

Por último, INDAP Tirúa maneja el área de la comuna de Tirúa; esta oficina tiene sólo usuarios PDTI, con un total de 952 beneficiados divididos en 53 grupos. En este universo coexisten usuarios mapuches y no mapuches, debido a que antes había oficina de PRODESAL.

Dentro de los principales rubros de la comuna destaca el cultivo de papa, trigo y ganadería sobre praderas naturales y suplementarias.

En la siguiente tabla se presenta un resumen del uso del suelo en Situación Actual, tanto de proyectos individuales como de comunidades. Si bien todos los proyectos son independientes, este resumen indica cómo se distribuye el área de riego y secano en la totalidad de los proyectos, como también el tipo de productos cultivados en situación actual.

Tabla 3.2-1 Resumen Uso del Suelo en Situación Actual

Proyecto	Riego						Secano							Total
	Cereales y chacras	Hortalizas	Huerta	Frutales	Praderas	Sub Total	Cereales y chacras	Huerta	Praderas	Sin Uso	Forestal	Otros	Sub Total	
Sub Total Individuales	15,60	15,80	5,60	0,55	30,05	67,59	14,89	8,07	564,28	4,97	105,79	107,92	805,92	873,52
Sub Total Comunidades	41,20	28,01	2,50	0,00	61,20	132,90	10,00	0,00	443,50	5,00	164,00	78,70	701,20	834,10
Total Proyectos	56,80	43,80	8,10	0,55	91,25	200,50	24,89	8,07	1.007,78	9,97	269,79	186,62	1.507,12	1.707,62

De esta manera se constata que de una superficie total encuestada de 1.707,62 ha, el 12% se encuentra regado en la actualidad, con cultivos de cereales, chacras, hortalizas, frutales y praderas. A nivel de predios individuales el riego alcanza al 8% de la superficie y en comunidades al 16%.

En condiciones de riego destacan las hortalizas, especialmente arveja verde, poroto verde y habas. En chacras, la papa es la especie de mayor relevancia y, en frutales, los principales son frutilla y frambuesa.

3.3. Estudio de Mercado, Comercialización y Precios

Se realizó una recopilación y análisis de antecedentes bibliográficos para los principales productos agropecuarios desarrollados en el área del estudio y de aquellos que presentan viabilidad técnica y económica de expandir su superficie en Situación Futura o con Proyecto. Dicha información correspondió a la superficie de cultivo nacional, regional y provincial, evolución de la producción, canales de comercialización, precios, exportaciones, importaciones, acuerdos comerciales, perspectivas, etc.

El análisis de mercados, precios y comercialización, tanto nacional como de exportación, se basó en información obtenida mediante la revisión de distintas publicaciones y estudios efectuados por los siguientes organismos:

- Instituto Nacional de Estadísticas, INE.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA.
- CIREN-CORFO.
- COTRISA
- Revista del Campo

En Situación Actual, al analizar los resultados de la encuesta se pudo constatar que los destinos de la producción corresponden a ventas y autoconsumo, no detectando fracciones de la cosecha canalizadas hacia trueque. El punto de venta más utilizado corresponde a puesto en el predio, donde se vende a intermediarios o consumidores finales. No se constató la presencia de rubros de exportación.

Se realizó un estudio de mercado comercialización y precios, que incluyó los productos recolectados actualmente y aquellos con potencial de expandir su producción o de introducir dentro del patrón productivo. Se analizó la evolución de la superficie de estos rubros, los precios, las exportaciones e importaciones, los acuerdos comerciales y perspectivas.

La determinación de precios de los productos se realizó tomando como base los antecedentes de series de precios de ODEPA, COTRISA, Revista del Campo y los recopilados en la Encuesta aplicada en el área de estudio.

Los precios calculados a productor para los distintos productos presentes y propuestos en el área del proyecto, según época de venta y destino de producción, se presentan a continuación.

Tabla 3.3-1 Precios a Productor

Producto	Unidad	Época de Venta	Mercado de Destino	Precio a Productor
Papa	Kilo	Dic - Jun	M. Interno	146
Trigo	Quintal	Febrero	M. Interno	17.757
Bovnos: Novillo	Kilo	Sep - May	M. Interno	1.051
Vaca	Kilo		M. Interno	789
Ovinos: Cordero	Kilo	Dic	M. Interno	60.000
Oveja	Kilo		M. Interno	45.000
Arveja Verde	Kilo	Nov - Dic	M. Interno	270
Lechuga	Unidad	Ene - Dic	M. Interno	168
Poroto Verde	Kilo	Dic - Mar	M. Interno	364
Zanahoria	Atado	Abr-may	M. Interno	206
Arándano	Kilo	Nov - Ene	Exportación Agroindustria	2.092 664
Frutilla	Kilo	Nov - May	M. Interno	538
Manzana	Kilo	Mar - Abr	Agroindustria M. Interno	85 153
Nuez c/cáscara	Kilo	Abr - Jun	Agroindustria	2.081

Fuente: Elaborado con los antecedentes analizados en Situación Actual y Estudio General de Mercados

3.4. Estudio de los Recursos Hídricos

3.4.1. Estudio Hidrológico

El principal objetivo del estudio hidrológico tuvo que ver con la determinación de la disponibilidad de aguas superficiales en los distintos sectores de interés, sectores donde se desarrollarán los proyectos de riego con fuente superficial.

3.4.1.1. Análisis Pluviométrico

Las estaciones pluviométricas que se consideraron para el proceso estadístico son las que se indican en la siguiente tabla, totalizando 5 estaciones seleccionadas.

La longitud de estadísticas pluviométricas considerada para efectos de relleno fue de 30 años (1989 a 2018).

Tabla 3.4-1 Estaciones pluviométricas consideradas (Datum WGS84 H18S)

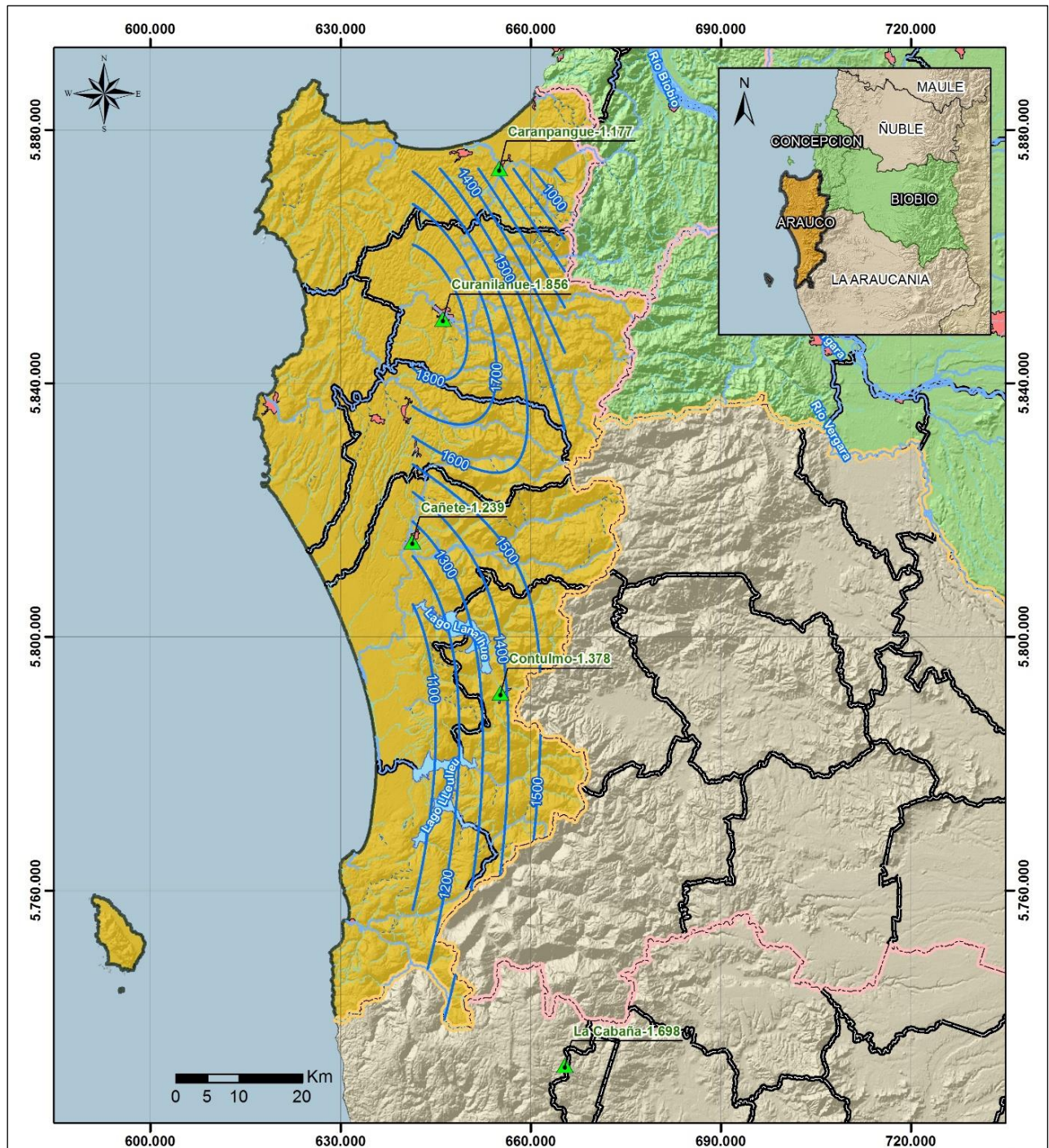
ID	COD. EST (BNA)	NOMBRE	ESTADO	INICIO	FIN	COORD. SIRGAS	
						NORTE	ESTE
PV71	08520000-3	Carampangue	Vigente	01-01-2001	vig.	5.875.292	655.867
PV72	08700001-K	Curanilahue	Vigente	01-01-1997	vig.	5.850.012	647.496
PV73	08821005-0	Cañete	Vigente	01-07-1961	vig.	5.815.423	641.629
PV74	08822008-0	Contulmo	Vigente	01-07-1987	vig.	5.790.665	655.354
PV91	09114001-2	La Cabaña	Vigente	01-10-1988	vig.	5.732.358	665.411

Se efectuaron los procesos de relleno y extensión de las estadísticas y las respectivas curvas de variación estacional.

Las más altas precipitaciones se producen en la zona de Curanilahue, con una media anual de 1.800 mm. Hacia las zonas de Tirúa y Arauco las precipitaciones medias anuales bajan a 1.000 mm, aproximadamente.

En la siguiente figura se puede ver la distribución de las curvas de igual precipitación media anual en la zona de interés.

Figura 3.4-1 Isoyetas Medias Anuales



3.4.1.2. Análisis Fluviométrico

Los principales ríos de la Provincia de Arauco se señalan a continuación (ordenados de Norte a Sur).

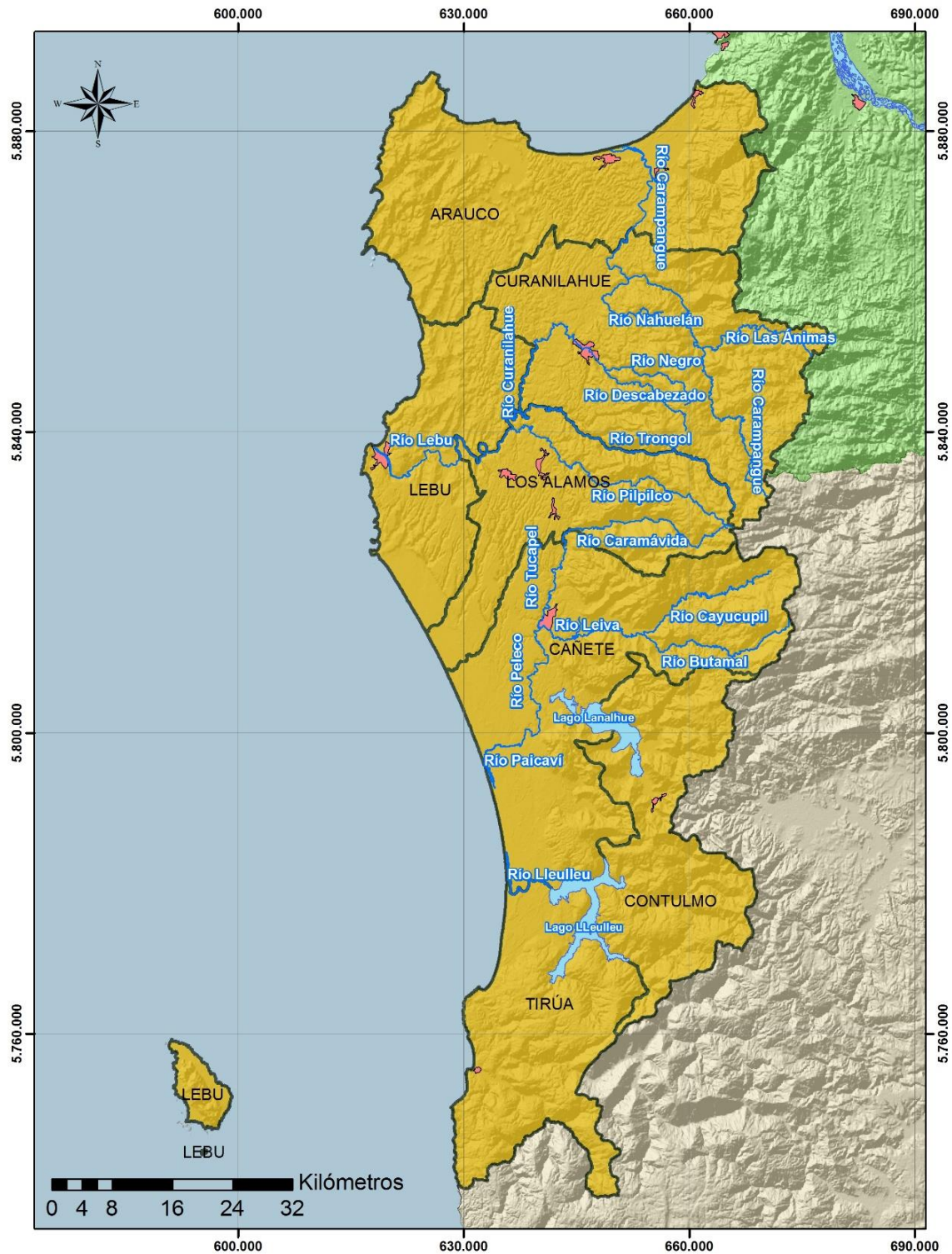
El Río Carampangue nace desde la cordillera a la altura de la localidad Los Álamos, y alcanza el mar en el Norte de la provincia, cerca de la localidad de Arauco. La orientación es noroeste-sureste, y el trayecto, de aproximadamente 100 km es bastante sinuoso. El caudal medio anual de este río es de $57,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Los Ríos Trongol y Pilpilco nacen desde la cordillera con orientación noroeste-sureste, aproximadamente a la altura de Los Álamos, hasta unirse al Río Curanilahue entre las localidades de Curanilahue y Los Álamos.

El Río Caramávida nace en la cordillera, a la altura de la localidad con el mismo nombre, con orientación este-Oeste. Su caudal medio anual es de $5,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Próximo a la localidad de Caramávida, adquiere una orientación Norte-Sur y recibe el nombre de Río Tucapel, el cual presenta un caudal medio anual de $11,6 \text{ m}^3/\text{s}$. En la localidad de Cañete, se une con el Río Leiva, dando origen al Río Peleco. Por su parte, el Río Leiva, nace a la altura de Cañete, hacia la Cordillera con una orientación Norte-Sur, donde recorre un corto tramo, aproximadamente 6 km, hasta llegar al Río Cayucupil.

El Río Lleu-Lleu nace en el Lago del mismo nombre, y llega hasta el mar. Inicialmente tiene una orientación este-oeste, pero presenta variaciones en su trayecto, acabando con una orientación Norte-Sur antes de llegar al mar. Tiene una longitud de aproximadamente 13 km, y presenta un caudal medio anual de $18,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

En la siguiente figura se muestra la hidrografía de la provincia de Arauco.

Figura 3.4-2 Hidrografía Provincia de Arauco



Las estaciones fluviométricas que se consideraron en los análisis fueron las siguientes:

Tabla 3.4-2 Estaciones Fluviométricas Consideradas
(datum de coordenadas: WGS84 H18S)

ID	CÓD EST. (BNA)	NOMBRE ESTACIÓN	ESTADO	INICIO	FIN	COORD. SIRGAS	
						NORTE	ESTE
FV109	08821002-6	Río Butamalal en Butamalal	Vigente	01-08-1950	vig	5.812.725	653.801
FV113	08822002-1	Río Elicura en puente Elicura	Suspendida	01-08-1987	31-01-2003	5.799.725	656.488
FV117	08910001-1	Río Lleu-Lleu en desagüe lago Lleu-Lleu	Vigente	01-04-1972	vig	5.780.007	640.732

Ref.: Elaboración propia con base en datos DGA-MOP, 2017

Al igual que lo señalado en el capítulo de las precipitaciones, el relleno y extensión de las estadísticas fluviométricas consideró el período comprendido entre 1989 y 2018 (30 años).

3.4.1.3. Generación de Caudales Medios Mensuales en Cuencas de Interés

La generación de caudales medios mensuales se realizó en aquellos sectores donde se ubicaron los 10 proyectos de riego comunitarios y en aquellos individuales con fuentes superficiales donde no fue posible aforar.

Se usó la metodología Precipitación Escorrentía a través de los siguientes pasos:

- Aplicación de Relaciones Precipitación Escorrentía (Turc y Peñuelas)
- Generación de Caudales Medios Mensuales a partir de la Escorrentía Anual
- Determinación de la Precipitación Mensual para Cada Sector de Interés para la Determinación de Caudales Medios Mensuales

En la siguiente tabla se incluyen los caudales medios mensuales generados.

Tabla 3.4-3 Caudales Medios Mensuales Generados

Proyecto	Caudal Medio Mensual (l/s)											
	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
34_BB_SUP_CU_(131)	2.653,8	7.251,2	10.497,0	7.807,3	7.297,3	2.988,1	2.089,5	1.069,9	630,8	86,3	239,9	703,3
36_BB_SUP_CU_(138)	2,7	7,3	10,6	7,9	7,4	3,0	2,1	1,1	0,6	0,1	0,2	0,7
38_BB_SUP_CU_(137)	1.676,3	4.571,9	6.619,6	4.923,5	4.608,1	1.888,6	1.318,3	675,2	399,7	54,2	151,8	443,7
50_BB_SUP_AR_(PN6)	4,6	11,4	16,6	14,2	11,1	5,6	4,0	1,6	1,5	0,1	0,5	1,3
51_BB_SUP_AR_(PN7)	1.513,8	3.721,1	5.402,5	4.619,0	3.636,1	1.832,8	1.288,8	515,3	503,0	33,8	158,2	424,9
58_BB_SUP_AR_(PN14)	4,8	11,9	17,3	14,8	11,6	5,8	4,1	1,7	1,6	0,1	0,5	1,4
61_BB_SUP_AR_(89)	1.694,6	4.165,5	6.042,4	5.166,8	4.074,8	2.053,5	1.441,6	575,4	562,1	37,7	178,1	474,5
62_BB_SUP_AR_(87)	267,0	656,2	951,8	813,9	642,0	323,5	227,1	90,6	88,5	5,9	28,1	74,7
63_BB_SUP_AR_(CN1)	1.475,8	3.627,9	5.262,5	4.499,9	3.548,8	1.788,4	1.255,5	501,1	489,6	32,9	155,1	413,3
64_BB_SUP_AR_(CN2)	643,7	1.759,3	2.545,1	1.893,4	1.769,7	724,4	506,6	259,5	153,0	20,9	58,2	170,5
65_BB_SUP_AR_(CN4)	2.950,1	7.251,8	10.522,3	8.997,0	7.091,6	3.574,1	2.510,3	1.002,5	979,2	65,7	309,5	826,7
66_BB_SUP_AR_(CN5)	0,8	1,9	2,8	2,4	1,9	0,9	0,7	0,3	0,3	0,0	0,1	0,2
67_BB_SUP_AR_(84)	244,3	667,8	966,0	718,7	671,7	275,0	192,3	98,5	58,1	8,0	22,1	64,7
68_BB_SUP_AR_(77)	400,8	1.095,7	1.584,9	1.179,1	1.101,9	451,0	315,4	161,6	95,2	13,1	36,2	106,2
69_BB_SUP_AR_(74)	132,4	325,4	472,0	403,6	318,4	160,4	112,6	44,9	43,9	3,0	13,9	37,1
70_BB_SUP_AR_(CN6)	10.759,5	26.451,1	38.422,2	32.847,1	25.827,6	13.019,5	9.167,5	3.668,9	3.579,1	240,4	1.119,6	3.024,8

Nota: caudales medio mensuales generados usando la metodología precipitación – escorrentía.

3.5. Análisis de Calidad de Aguas Superficiales

Se caracterizó la calidad de las aguas superficiales de la Provincia de Arauco, fundamentada en la serie de datos que aportan las siguientes fuentes de información:

- Red hidrométrica de calidad de la DGA: se trabaja con datos medidos desde el año 1966 hasta la fecha (datos duros en Anexo 2.4-6 digital).
- Información de calidad de aguas recopilada por la SISS, a través de su *Sistema de Información de Facturación y Atención de Clientes* (SIFAC), mediante el protocolo denominado *PR18*; los datos duros se incluyen en el Anexo 2.4-7 digital.
- Essbío: se trabaja con datos medidos entre enero de 2016 y octubre 2019. Los datos duros se incluyen en el Anexo 2.4-8 digital.

Existen ciertos parámetros se encuentran fuera de norma (NCh1333) de manera generalizada para las distintas estaciones analizadas, a saber: Mo, Hg, B y Na. Mientras que en otros casos se observan valores fuera de norma, que corresponden a puntos aislados dentro de la serie de datos de cada parámetro. Esto ocurre con el Fe, Mn y Al. Dichos puntos corresponden a valores atípicos.

El principal problema relacionado al riego con agua con altas concentraciones de molibdeno es que este compuesto es absorbido y concentrado por las plantas. Altas concentraciones de molibdeno rara vez retrasan el crecimiento de la planta, pero pueden causar problemas tóxicos a animales rumiantes que se alimentan de estas plantas.

El Mercurio y sus componentes son absorbidos por las plantas principalmente a través de sus raíces. En general, hay una tendencia a que el mercurio se acumule en las raíces con limitado intercambio entre el suelo y la parte aérea de la planta, sin embargo, hay excepciones. Dos factores se consideran en el establecimiento de criterios para el mercurio en aguas de riego:

- Toxicidad del mercurio para cultivos
- Acumulación de mercurio en porciones comestibles de la planta usada para consumo humano y animal.

La toxicidad del boro en las plantas se caracteriza por crecimiento lento, malformación de la hoja, colores café y amarillento, clorosis, necrosis, incremento de moho, marchitez e inhibición de germinación de polen y crecimiento de tubos de polen (Butterwick et al, 1989; Eisler, 1990).

Finalmente, cuando los cultivos son regados por aguas con presencia de Na mediante aspersión, puede ocasionar toxicidades, pues estos elementos son absorbidos por las hojas. Otros problemas de los cultivos causados por un exceso de sodio son la formación de incrustaciones de semillas, malas hierbas, erosión del suelo, escasez de oxígeno y nutrientes disponibles para las plantas.

También se analizaron los datos Essbio, y ninguno de ellos estaba fuera de norma.

3.6. Estudio Hidrogeológico

3.6.1. Geología

A modo general, en la provincia de Arauco se reconocen dos dominios principales, un basamento metamórfico e ígneo ubicado en el sector cordillerano de la zona, y tantas rocas como depósitos hacia los sectores más costeros de la Provincia.

Para el Cuaternario, se tienen sedimentos asociados a terrazas marinas ubicados en gran parte de la costa de la zona, además de depósitos asociados a valles fluviales.

3.6.2. Hidrogeología

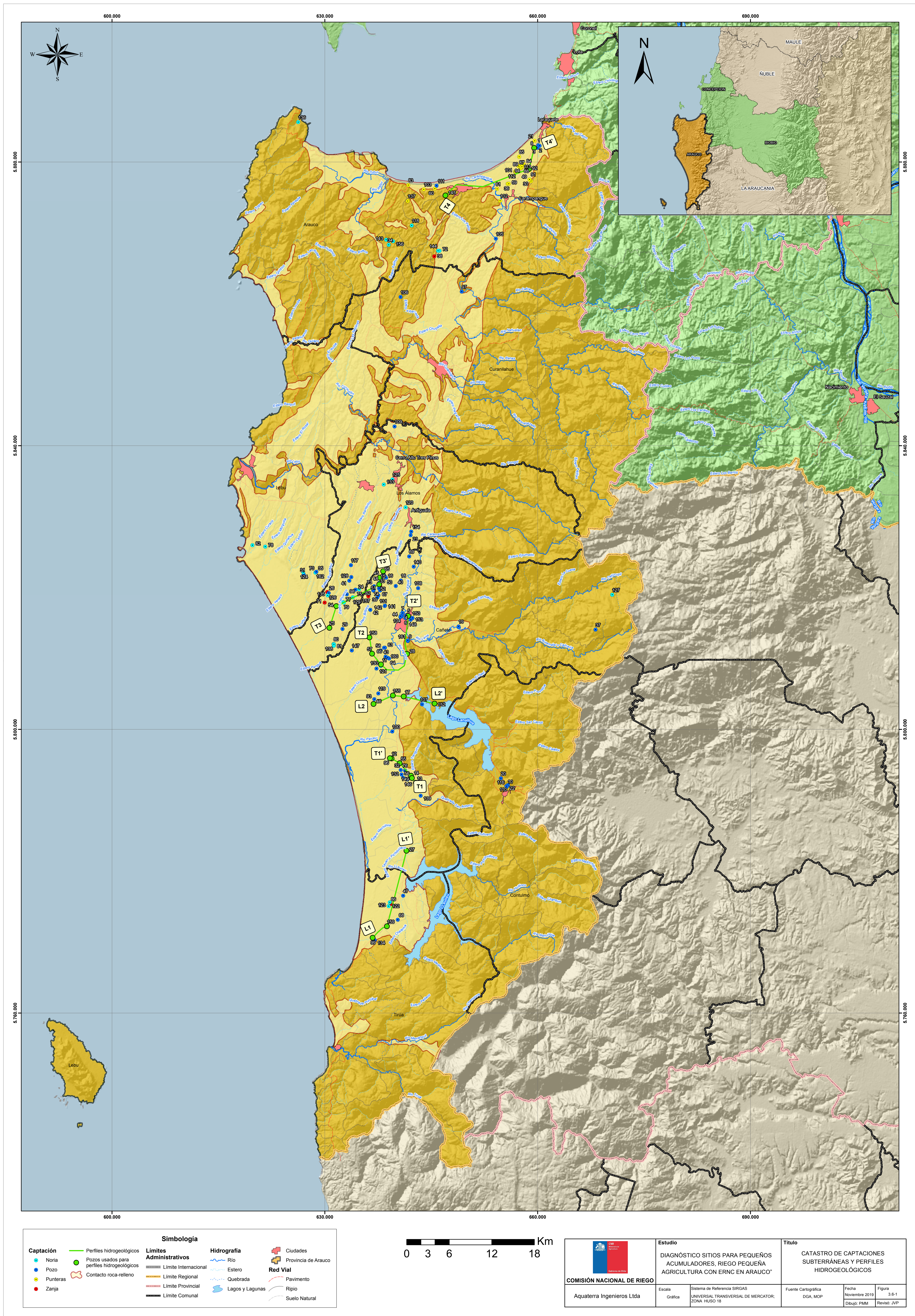
3.6.2.1. Catastro de Captaciones Subterráneas

Para efectos de construir un catastro de captaciones de agua subterránea existentes en la provincia de Arauco, se ha utilizado la siguiente información secundaria:

- Expedientes de derechos de aguas subterráneas constituidas y en trámite que existan en la Provincia de Arauco.
- Información contenida en el informe “Estudio Mejoramiento y Ampliación Red de Agua Subterránea Regiones VII a X”, Conic Bf, DGA, 2010.

Es importante destacar, que en el catastro se incluyeron únicamente las captaciones asociadas a caudales iguales o mayores a 1 l/s, ya que las de menor caudal son en su mayoría captaciones someras que no aportan mayor información hidrogeológica.

A través de la ley de transparencia, se hizo la consulta si es que hay declaración de agotamiento de aguas superficiales o áreas de restricción y zonas de prohibición de aguas subterráneas; la respuesta fue que no. En la siguiente figura se muestra la ubicación de las captaciones subterráneas.



3.6.2.2. Definición de Acuíferos

En base a la caracterización geológica desarrollada en el punto anterior, se dispuso de una adecuada cuantificación de la geometría subsuperficial de las unidades sedimentarias, las que se encuentran delimitadas por los basamentos rocosos impermeables en los distintos sectores de estudio. En función de lo anterior y a la herramienta Google Earth Pro, se identificó el contacto roca relleno en el área de interés. Se definió como relleno a los depósitos no consolidados presentes en la zona.

Por otro lado, se recopilaban planos de construcción de pozos de la zona de interés, a partir de expedientes de constitución de los derechos de agua subterránea correspondiente.

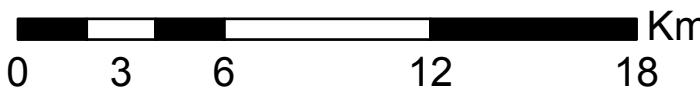
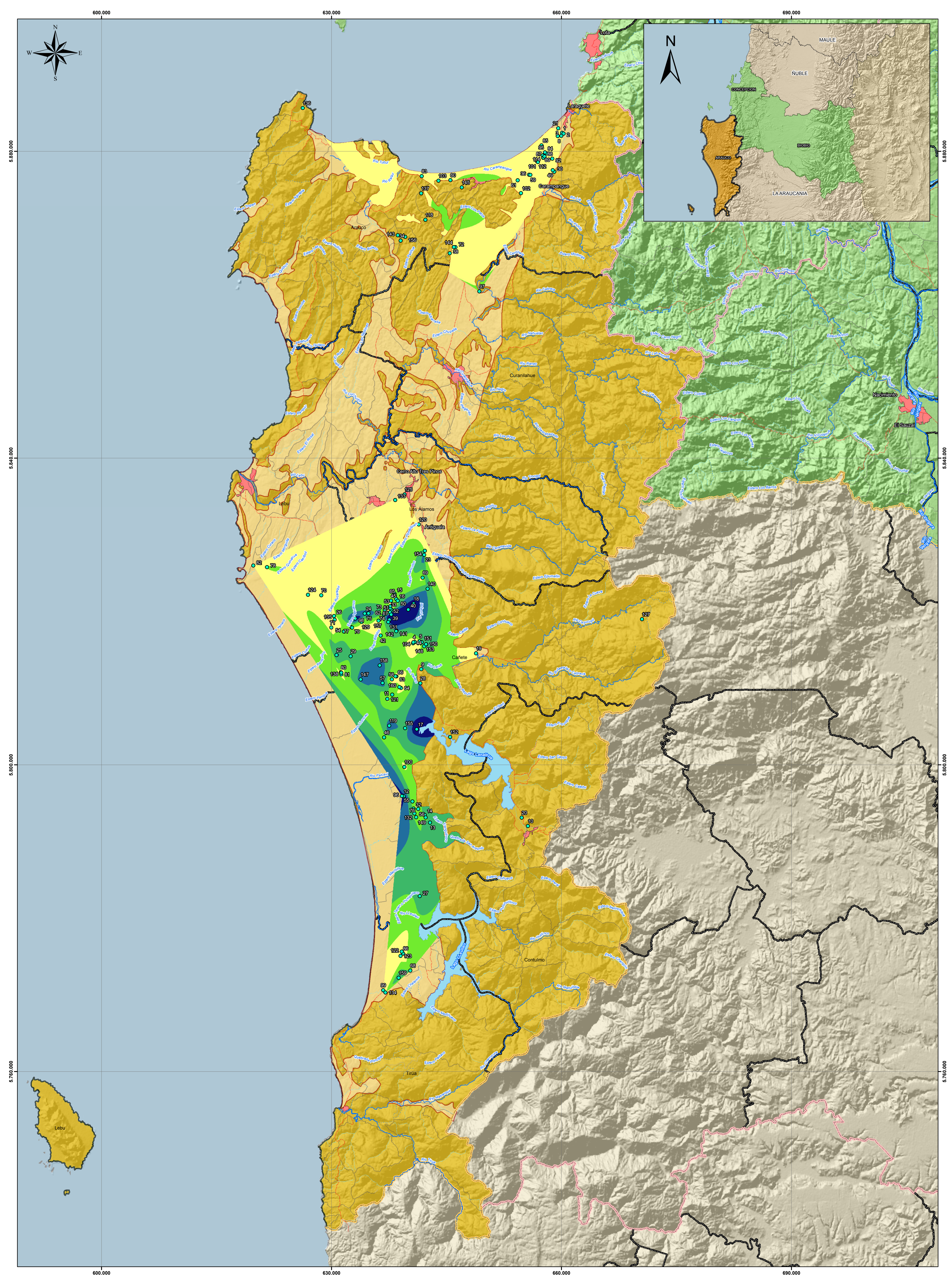
Así, se trazaron 6 perfiles hidrogeológicos, interpretando un total de 26 planos de construcción de pozos. Los perfiles hidrogeológicos fueron trazados de tal forma que abarcasen todos los acuíferos más relevantes presentes en el área de interés.

3.6.2.3. Profundidad de Niveles Estáticos y Direcciones de Esguerrimiento

Se trazaron curvas equipotenciales (curvas de igual cota de agua subterránea) y curvas de isoprofundidad (curvas de igual profundidad del agua subterránea), en función de los niveles de agua subterránea incluidas en el catastro. Se utilizó esta metodología y no una fecha común como debiera haber sido, debido a la escasa información disponible. De esta forma, las curvas no representan el comportamiento de la napa en cuanto a niveles estáticos para una fecha común.

La cota del nivel estático para los puntos con información varía aproximadamente, entre el nivel del mar y los 180 msnm. Estas diferencias se deben al relieve que presenta la provincia, donde se identifican tanto planicies litorales como abundantes cadenas montañosas.

Con relación a la profundidad del nivel estático, en la zona de la localidad de Arauco, los niveles se ubican entre 0 y 5 m de profundidad. En la zona de Cañete es donde se producen las más altas profundidades del nivel de agua subterránea, sobre los 20 m. En el siguiente plano se muestran rangos de profundidad de agua subterránea en la zona de estudio.



Simbología			
Rangos de profundidad 0 - 5 m 5 - 10 m 10- 15 m 15 - 20 m más de 20 m	Captaciones con Nivel Estático medido	Río	Pavimento
	Contacto roca-relleno	Estero	Ripio
	Provincia de Arauco	Quebrada	Suelo Natural
	Ciudades	Lagos y Lagunas	Límite Internacional
			Límite Regional
			Límite Provincial
			Límite Comunal

 COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO	Estudio DIAGNÓSTICO SITIOS PARA PEQUEÑOS ACUMULADORES, RIEGO PEQUEÑA AGRICULTURA CON ERNC EN ARAUCO"		Título RANGOS DE PROFUNDIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA		
	Escala Gráfica	Sistema de Referencia SIRGAS UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR; ZONA HUSO 18	Fuente Cartográfica DGA, MOP	Fecha Noviembre 2019 Dibujó: PMM	Imagen 3.6-1 Revisó: JVP

3.6.2.4. Constantes Elásticas

Se procedió a cuantificar espacialmente los coeficientes de transmisibilidad y/o permeabilidad, principales parámetros necesarios para la caracterización cuantitativa del acuífero. Esta información sirvió además en la definición de los sectores óptimos hidrogeológicos potenciales y validar la geología de subsuperficie efectuada.

Se interpretaron 36 pruebas de bombeo de gasto constante efectuadas en pozos de la zona; dicha información fue obtenida de la recopilación de los expedientes de los pozos.

La información espacial de las permeabilidades calculadas se volcó a un plano (rangos de permeabilidad).

Es importante destacar que sólo en la parte centro sur del área de interés se pudo establecer rangos de permeabilidades, debido a la poca información de pruebas de bombeo con que se dispuso.

En términos generales, las permeabilidades varían entre 0 y 20 m/día; sólo en un sector acotado, cerca de Cañete, las permeabilidades son mayores a 20 m/día.

3.6.2.5. Calidad de Aguas Subterráneas

Para la caracterización de la calidad de las aguas subterráneas, se recopiló información de las siguientes fuentes:

- a) Red de Monitoreo de la DGA
- b) Sistemas APR que maneja la DOH del MOP
- c) Essbío
- d) Análisis de calidad de aguas según datos del protocolo PR18

De acuerdo con estos antecedentes, en general las aguas subterráneas de la provincia de Arauco cumplen con los límites admitidos en la norma para el uso de aguas en riego (NCh 1333), salvo, y al igual que en el caso de las aguas superficiales, para los elementos Boro, Molibdeno, Mercurio y % de Na.

4. IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE POTENCIALES FUENTES ACTUALES DE ABASTECIMIENTO HÍDRICO PARA RIEGO

4.1. Fuentes Superficiales

Las potenciales fuentes de agua superficial debiesen estar asociadas a sectores donde no se interfiera, o esta sea mínima, con derechos de aguas superficiales constituidos.

De acuerdo con ello, los sectores que serían más atractivos legalmente para captar agua superficial serían los siguientes (se nombran de Norte a Sur):

a) **Zona de Arauco y alrededores:** En los principales esteros existentes en Arauco y alrededores hay una cantidad importante de derechos de agua constituidos, y asociados a montos de caudal importantes.

- Poco al Este de Arauco, El río Lia, río Pichilo y estero Las Corrientes son atractivos para fuentes de agua superficial.
- Al Oeste de Arauco los ríos Tubul y Raqui son atractivos para fuente superficial.
- Al Sur de Arauco, entre Arauco y Curanilahue, los ríos Nahuelán, Carampangue y Cabrera son fuentes confiables, ya que tienen un buen respaldo hidrológico y no hay derechos de agua superficial constituidos.

b) **Zona de Curanilahue y alrededores:**

- Las fuentes de agua que llegan y pasan por Curanilahue no tienen derechos de agua constituidos, a saber, ríos Descabezado, Negro y estero Plegarias, razón por la cual se traduce en que son una fuente atractiva de agua superficial.
- Poco al Norte escurre el río Los Pinos, el cual hasta su confluencia con el río Trongol, es una buena fuente de agua superficial, ya que no tiene ningún derecho de agua y dispone de un buen respaldo hidrológico.

c) **Zona de Lebu y Alrededores:**

- En esta zona, la alternativa de fuente de agua superficial es prácticamente nula, ya que en Lebu y en los alrededores más cercanos se concentra una gran cantidad de derechos de agua superficiales.

- Poco al Norte de Lebu, escurre el río Curihuillín, en el cual no hay derechos de agua, por lo que vendría a ser una fuente atractiva.
- Al Este de Lebu, frente a Cerro Alto Tres Pinos, escurre el río Pilpilco, el cual tiene un importante respaldo hidrológico y sólo existe un derecho de agua de un monto de 100 l/s que pertenece a ESSBIO. Fuentes superficiales factibles se debieran localizar hacia aguas abajo de ese punto.

d) Zona de Cañete:

- Esta zona está rodeada de ríos y esteros con muchos derechos de agua superficiales, razón por la cual no sería un área atractiva para nuevas fuentes de agua.
- Al Este de Cañete, para la zona de la precordillera, se localizan la quebrada Esperanza, estero La Cueva y río Cuyucupil, que podrían servir como nuevas fuentes de agua ya que tienen pocos (y de bajo caudales) derechos de agua asociados a sus cauces.

e) Zona de Contulmo

- Todos los esteros que se localizan en y en los alrededores de Contulmo, van a dar al Lago Lanalhue, y tienen derechos de agua constituidos a lo largo de todos ellos.
- Hacia la costa, frente al lago Lanalhue, hay un tramo terminal del río Paicaví que sería factible ubicar fuentes superficiales, ya que todos los derechos de agua se localizan hacia aguas arriba de esa zona.
- En el tramo del estero El Peral que va entre el río Huillín y Contulmo, no hay derechos de agua, por lo que podría ser una zona factible de nuevas fuentes de agua superficial.

f) Zona de Tirúa

- Al Sur de Tirúa, en todos los esteros existen derechos de aguas superficiales constituidos, de modo que difícilmente se podrán adquirir nuevos derechos de agua superficial.
- En los esteros Caracol, Paillaco y río Matranquil serían las únicas fuentes de agua factibles de solicitar derechos de agua.

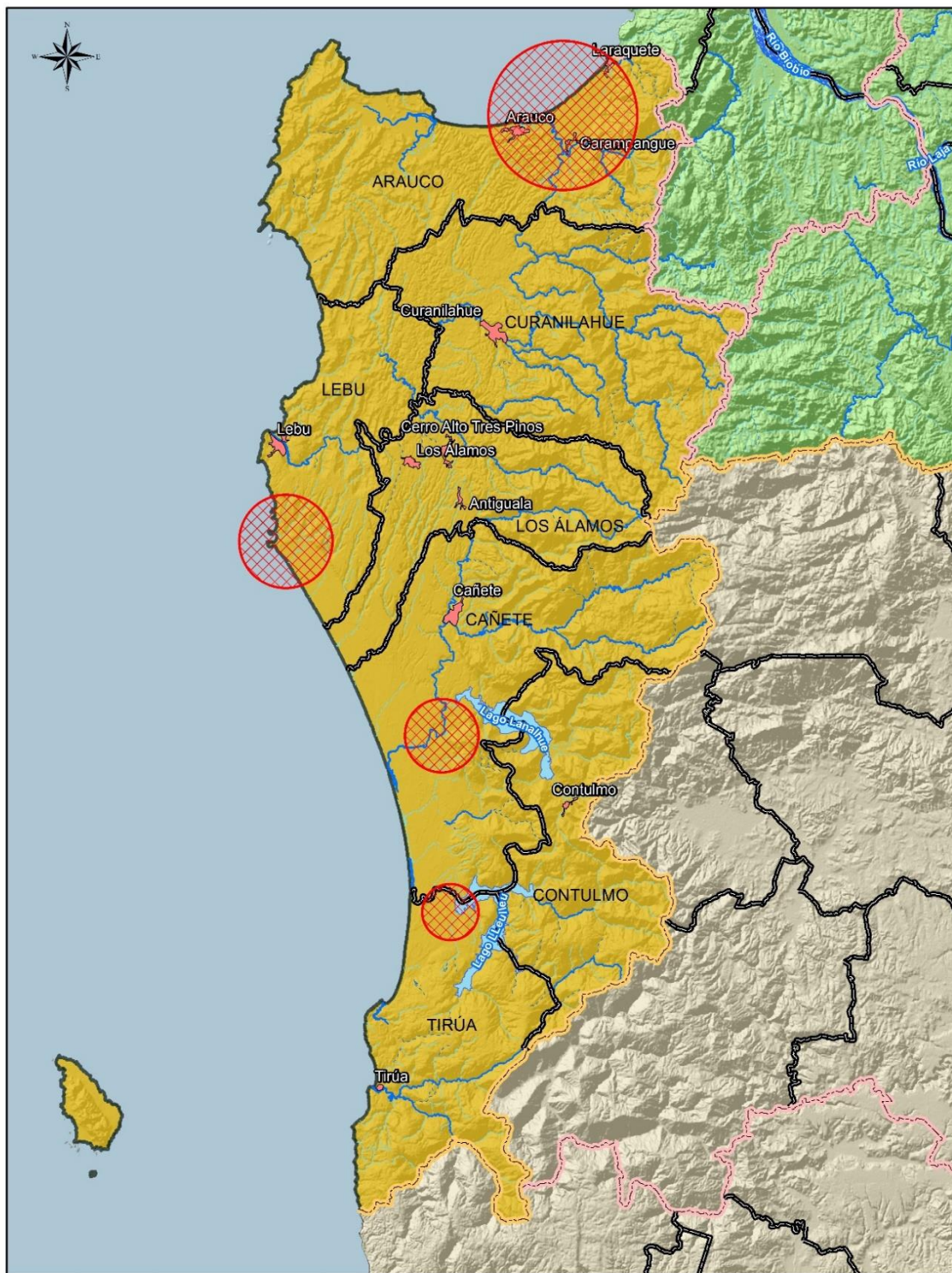
4.2. Fuentes Subterráneas

Para que una zona pueda ser abastecida a partir de fuentes subterráneas se deben tener en consideración los siguientes factores y características principales.

- **Relleno Acuífero**
- **Profundidad del Nivel Estático**
- **Permeabilidad**
- **Caudales de Agua Subterránea**

De acuerdo con lo señalado en los párrafos anteriores, se identificaron 4 zonas con condiciones favorables para la explotación de Aguas Subterráneas, las cuales se pueden ver en el siguiente plano.

Plano 4.2-1 Zonas Con Potencialidad Hidrogeológica



Fuente: elaboración propia

5. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE SITIOS PARA PROYECTOS DE RIEGO

Tal cual está establecido en los términos de referencia del estudio, en una primera instancia, se deben identificar sitios a través de listados que entreguen los Prodesales y PDTI, a saber, 120 sitios individuales y 20 sitios comunitarios.

Posteriormente, para la continuación del estudio, se requiere la identificar al menos 10 sitios de acumulación comunitarios y 60 sitios de acumulación individual, a los cuales se les desarrollarán los correspondientes diseños de los proyectos de riego.

Profesionales que se desempeñan en los programas de desarrollo local (Prodesales), y profesionales que se desempeñan en los programas de desarrollo indígena (PDTI), que se desempeñan en las distintas comunas de la Provincia de Arauco, enviaron sendos listados de posibles pequeños beneficiarios; en total se contó con un universo de 225 potenciales pequeños agricultores; 42 comunidades y 183 individuales

5.1. Ranking de Predios Preseleccionados

Se llevó a cabo un ranking que tomó en cuenta los siguientes parámetros:

- a) Según fuente de agua subterránea
 - Restricción de uso de suelo
 - Porcentaje del predio dentro del contacto roca - relleno
 - Ubicación a más de 200 m de algún derecho de agua.
 - Permeabilidades
 - Profundidad de niveles estáticos
 - Caudales de explotación (según derechos de agua)
- b) Según fuente de agua superficial
 - Cercanía a Esteros
 - Derechos de Agua

Así, se efectuó un ranking por separado para fuentes de agua subterránea y fuentes de agua superficial. Se rankearon 125 predios con fuentes subterráneas y 132 predios con fuentes superficiales.

Una vez evaluados todos los usuarios con las condiciones, características y parámetros especificados en los apartados anteriores, se procedió a jerarquizar los posibles beneficiarios por tipo de fuente y tipo de usuario.

Como primer paso, se seleccionaron los primeros 120 beneficiarios con mejores rankings, tanto para las fuentes de agua superficial como para las subterráneas, este proceso se realiza para los proyectos individuales. En los colectivos, se eligieron los 20 mejores proyectos superficiales. Es importante destacar que los 20 proyectos de riego colectivos serán con fuente de agua superficial, ya que está estipulado que a cada uno de ellos se les solicitará los derechos de agua.

5.2. Selección de 60 Individuales y 10 Comunitarios

En la selección de los 60 proyectos individuales y 10 comunitarios, se aplicó como el dato de la capacidad de uso de suelo para cada predio beneficiario, el cual se presenta en la Provincia de Arauco desde el tipo II (mejor para la agricultura) hasta tipo VIII.

Finalmente, producto de los graves conflictos de pueblos originarios que se están produciendo en la zona de Arauco, específicamente en las zonas de Cañete y Tirúa, la selección final de los beneficiarios se centró en la zona de la comuna de Arauco, en función de los listados que se habían rankeado y de acuerdo con información de nuevos beneficiarios entregado por Prodesales y PDTI de Arauco y Curanilahue.

6. TRABAJOS TOPOGRÁFICOS

De acuerdo con lo solicitado en los Términos de Referencia, las labores de topografía han sido desarrolladas sólo en los 10 proyectos comunitarios.

Para los 60 proyectos individuales, se ha desarrollado una topografía simplificada, consistente en la ubicación de la fuente de agua (subterránea o superficial), ubicación y pendiente del terreno a regar y ubicación del sistema ERNC, cuyas cotas y coordenadas han

sido tomadas con GPS navegador, y las curvas de nivel se obtuvieron a partir de modelos DEM o imágenes satelitales.

Para los 10 proyectos comunitarios, la medición de los 2 PRs que forman la Línea Base para cada uno de los sectores se procedió de acuerdo con lo indicado en el Manual de la CNR Capítulo 9.7 Casos Especiales (pag.44) donde se indica que “los PRs serán georreferenciados con equipos GNSS en modo autónomo con precisiones de ± 3 m tanto en las coordenadas y en la Altura Ortométrica. No se requiere vinculación a la Red Geodésica Nacional”. Además, se exige que la Línea Base sea medida con el método estático pos-proceso para que luego, al procesar la información, se fije la coordenada de inicio en uno de los PRs y se calcule el calaje hacia el segundo PR con precisión milimétrica (solución fija).

Además, y solo a modo de chequeo, se midió la distancia y desnivel (solo de ida) entre los PRs que forman la Línea Base. Es importante mencionar también que el Sistema de coordenadas utilizado fue el Sistema UTM, Datum WGS84.

Para la medición de los puntos de interés particulares tales como: captación, ubicación de paneles solares, acumuladores, entregas a nivel de cabecera de predio, etc., se utilizaron equipos GPS de doble frecuencia con medición en modo RTK.

Cada uno de los puntos medidos fue individualizado por sus coordenadas y además se identificó utilizando un sistema de codificación. El procesamiento de los datos fue totalmente automatizado mediante el uso de software especializados.

Por otro lado, se generaron curvas de nivel empleando el software ArcGis 10.5 de ESRI, el cual utiliza como base Modelos de Elevación Digital (DEM) liberados, como por ejemplo Global Data Explorer (<http://gdex.cr.usgs.gov/gdex>), en específico el NGA SRTM, que actualmente cuenta con la mayor precisión disponible de 1 arcsec, equivalente a un tamaño de pixel de 30 m x 30 m, esto se traduce en un error asociado de ± 10 m.

Junto con la información anterior generada, se utilizaron imágenes de Google Earth Pro, lo que sirvió como referencia planimétrica, pudiendo así identificar predios, caminos, cercos, etc.

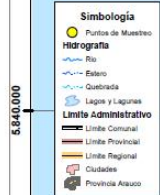
➤ **Autocontrol Topográfico por parte del Consultor**

Con el propósito de asegurar la calidad de los trabajos topográficos ejecutados, se dispuso de un equipo integrado por un Geomensor y dos alarifes, con el fin de realizar controles aleatorios a los trabajos en la presente consultoría. Estos controles se han regido según lo mencionado el numeral 14 del Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR. Hecho el autocontrol topográfico, se encontraron unos errores los cuales fueron posteriormente subsanados.

7. MUESTREOS DE AGUA PARA ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES

Entre los días 2 y 5 de Noviembre de 2020, se llevó a cabo el muestreo de 16 fuentes de agua superficial, para análisis de la norma de riego Nch 1333.

La ubicación de las 16 fuentes muestreadas se muestra en la siguiente imagen; los resultados de los análisis se pueden consultar en el Anexo 15-1.



De acuerdo con los resultados de los análisis de calidad, todas las muestras cumplen con la norma de riego Nch 1333, excepto el parámetro Sodio Porcentual, que en casi todos los casos las mediciones están por sobre la norma, excepto en 3 de ellas.

8. ESTUDIOS LEGALES

8.1. Actividades Desarrolladas

Uno de los temas más relevantes dentro de la presente Consultoría, radica en la factibilidad de solicitar derechos de aguas superficiales para el caso de los sitios comunitarios y aquellos agricultores individuales que necesiten más de 1 l/s para regar el predio correspondiente. Es así como se solicitaron derechos de aguas superficiales para los 10 proyectos comunitarios, y para los proyectos individuales cuyos caudales de diseño fueran mayores a 1 l/s.

El número de solicitudes de derechos de agua superficial fueron ingresados a la gobernación provincial de Arauco con sede en Lebu (en la provincia de Arauco no existen oficinas de la DGA) fue de 27 (10 proyectos comunitarios y 17 proyectos individuales).

A su vez, las publicaciones se hicieron en el Diario Oficial, Diario El Mostrador, Diario Provincial y Radio Proyección; no hubo oposiciones.

Un resumen de los derechos de agua superficiales solicitadas se incluye en la siguiente tabla.

Tabla 8.1-1 Resumen derechos de aguas superficiales solicitados

NOMBRE	COMUNA	CAUDAL	NOMBRE DE	INGRESO	FECHA	INGRESO	CÓDIGO EXPEDIENTE	¿OPOSICIONES?
BENEFICIARIO		SOLICITADO	LA FUENTE HÍDRICA	SOLICITUD	PUBLICACIÓN	PUBLICACIONES		
		(l/s)		GOBERNACIÓN		GOBERNACIÓN		
INDIVIDUALES								
Medardo Leal Ibarra	Arauco	2,9	Estero Bulelco	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3657	NO
Marcelina del Carmen Reyes Gallegos	Arauco	3,4	Quebrada sin Nombre	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3658	NO
Marta Ancán Salas	Arauco	6,2	Estero Paillacahue	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3659	NO
Zuni Margarita Araneda Medel	Arauco	2,7	Estero sin Nombre	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3660	NO
María Luisa Carrillo Yancamán	Arauco	7,8	Estero Quidico	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3661	NO
Mario San Martín Fritz	Arauco	5,4	Estero Pelahuenco	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3662	NO
Anadicio González Pastrana	Arauco	7,3	Estero Pelahuenco	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3663	NO
Teresa Huentemil Cerna	Arauco	1,5	Estero Los Patos	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3664	NO
Juan Luis Torres Cifuentes	Arauco	8,5	Estero Sin Nombre	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3665	NO
José Alfredo Peña Ulloa	Arauco	10,2	Estero Quidico	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3666	NO
Omar Valdebenito Galloso	Arauco	5,2	Estero Quidico	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3667	NO
María Iliá Sáez González	Arauco	14	Estero Quidico	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3668	NO
José Sáez Sáez	Arauco	10,7	Estero Paillacahue	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3669	NO
Doris Rocha Flores	Curalinhue	1,7	Río Trongol	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3670	NO
Marcos Sáez Vasquez	Arauco	1,2	Quebrada sin Nombre	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3671	NO
Marlene Peña Navarro	Arauco	2,3	Estero Sin Nombre	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3672	NO
Patricio García García	Arauco	4,7	Río Raquí	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3673	NO
COMUNIDAD								
LENCO	Arauco	11,5	Estero Las Puentes	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3674	NO
LLAK WAPI LAFKEN	Arauco	6,8	Estero Llico	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3675	NO
LAS PUENTES	Arauco	11,5	Estero Sin Nombre	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3676	NO
QUIÑIQUILCO	Arauco	2,8	Estero Quidico	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3677	NO
PU MAPU	Arauco	1,9	Estero Los Patos	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3678	NO
TRALKA	Arauco	1,3	Quebrada Sin Nombre	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3679	NO
LOCUBE	Arauco	12,5	Estero Locobe	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3680	NO
MENALKENUN	Arauco	2,2	Estero Bulelco	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3681	NO
CHILCOCO	Arauco	1,6	Quebrada Sin Nombre	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3682	NO
PUEL MAPU ANCHOÑ	Arauco	8,3	Río Carampangue	02-12-2020	15-12-2020	29-12-2020	ND-0804-3683	NO

Nota: todos los derechos fueron solicitados como consuntivos, de ejercicio permanente y continuo

9. DESARROLLO DE LAS SOLUCIONES DE RIEGO

9.1. Contenidos

Los contenidos de los proyectos de riego se señalan a continuación:

- Descripción del proyecto
- Hidrogeología / Hidrología según tipo de fuente
- Diseño agronómico
- Dimensionamiento de impulsión/conducción/distribución
- Tranque o Estanque acumulador
- Presupuesto

- Proyecto Fotovoltaico
- Planos
- Antecedentes legales

9.2. Criterios de Diseño Generales

En términos generales, algunos criterios generales que se aplicaron en el diseño de los proyectos de riego a nivel de perfil son los siguientes:

- a) Los proyectos de riego están orientados en la línea de la pobreza, más que proyectos de agricultura son de subsistencia. En ese sentido, la idea es generar soluciones simples y baratas para las personas. El uso del agua está pensado, además de poder regar chacras y/o pequeños invernaderos, en agua para animales o incluso para satisfacer las necesidades propias de las personas.
- b) Se descartan proyectos que contemplen la construcción de pozo profundo, ya que el costo de este es muy elevado. Sólo en caso de que el agricultor beneficiado tenga la capacidad económica para costearlo, se aceptará este tipo de captación.
- c) En los casos de otras captaciones subterráneas, se contempla el diseño de punteras o bien el mejoramiento (profundización y revestimiento) de norias existentes.
- d) Los proyectos individuales no deben tener un costo muy alto, estimándose, en lo posible, aproximadamente entre 5 y 8 millones de pesos cada uno, esto con el objetivo de facilitar el financiamiento de los proyectos y poder concretar su construcción. Los comunitarios son un caso distinto puesto que tienen mayores requerimientos de agua y probablemente se busque otro tipo de financiamiento.
- e) Para el diseño con bombas bajo 3 hp, se consideran bombas monofásicas por lo que no requieren de infraestructura de media tensión en las líneas de distribución.
- f) Para una configuración de 2 bombas se recomienda el diseño del proyecto fotovoltaico con configuración on grid.
- g) Para el diseño de un proyecto fotovoltaico tipo on grid con bombas trifásicas, se considera como máximo una capacidad instalada de 5 kW y una distancia no mayor a 200 m entre la caseta de riego y el tablero eléctrico general.
- h) Para bombeos de invierno se considerarán ángulos de inclinación mayores (al menos 10°) a lo que indica el explorador solar.
- i) En sistemas comunitarios, se evalúa robustecer el sistema de distribución eléctrica. Pueden existir costos como adecuar el suministro eléctrico, junto con empalme,

medidor, equipo compacto de medida, subestación, TE1, entre otros. Estos costos pueden hacer menos competitivo un sistema On grid que uno Off grid.

- j) Para un proyecto asociativo de riego con abastecimiento eléctrico tipo On grid, se considerará que los usuarios pueden hacer uso de la Ley de generación distribuida, donde el sistema de generación se conecta a sólo un empalme y después se distribuyen los beneficios entre los usuarios.
- k) Los proyectos estarán orientados a regar invernaderos y chacras de hortalizas principalmente.
- l) Los volúmenes de estanque de acumulación para proyectos individuales no superarán los 200 m³. Para los casos de los proyectos comunitarios se verá caso a caso.

9.3. Desarrollo de los Proyectos de Riego

9.3.1. Criterios de Diseño

a) Determinación de caudal de diseño, según demanda agronómica

Para la definición de la demanda agrícola, se ha considerado estimar una demanda mixta de acuerdo con los cultivos que cada agricultor expresó interés en cultivar. Se considera una eficiencia del 90%, que corresponde a riego tecnificado. La demanda unitaria (l/s/ha) se incrementa en un 20% por la incertidumbre del otorgamiento de derechos de agua por parte de la DGA y potenciales cultivos de mayor demanda.

Para llegar al valor final del caudal de diseño, la demanda unitaria se multiplica por el total de hectáreas disponibles para regar en el predio de análisis, resultando un caudal (l/s) de demanda de riego continua. Debido a que, en cada uno de los proyectos de riego se utiliza energía fotovoltaica para los equipos de bombeo, el caudal de diseño considera 8 horas de bombeo (horas de sol), y corresponde al caudal de demanda agronómica (caudal de diseño).

b) Determinación de la disponibilidad de agua subterránea

En el caso del presente estudio, se ha eliminado la posibilidad de plantear pozo profundo como alternativa de solución debido a su elevado costo; no obstante, si el beneficiario tiene los recursos necesarios para solventar ese elevado costo, se aceptará esta solución. En los demás casos, se contempla el diseño de punteras, solución de bajo costo y que se utiliza bastante en la zona baja de la comuna de Arauco. Para el caso de las punteras, la disponibilidad de agua

subterránea viene dada por los datos de funcionamiento de punteras existentes. Para el caso de pozo profundo (2 casos), se utilizará información de datos de pozos cercanos.

Para el caso de utilizar norias existentes, se utilizará el dato del aforo efectuado, o bien de los datos de funcionamiento proporcionado por el dueño (a) de la noria.

c) **Determinación de la disponibilidad de agua superficial**

En aquellos casos en que la fuente sea con agua superficial, en los casos de los proyectos comunitarios, se procede de la siguiente manera:

- Se generan los caudales medios mensuales a la salida de la subsubcuenca que pertenece al estero desde donde se obtendrá el recurso superficial. La metodología de generación de caudales medios mensuales se expuso en el capítulo de hidrología.
- Se recopilan los derechos de aguas superficiales permanentes de la subsubcuenca.
- A los caudales medios mensuales generados a la salida de la subsubcuenca, se les restan los derechos de aguas superficiales permanentes y el caudal ecológico.
- El caudal disponible resultante, se transpone por unidad de área al punto de interés (captación superficial).
- A dicha estadística generada, se calcula el Q85% y Q10%, siendo en teoría los caudales permanentes y eventuales que se podrían solicitar.

Es importante destacar que el diseño de las obras se hará con la demanda agronómica, a no ser que dicha demanda sea mayor a la disponibilidad total de recursos hídricos (permanentes y eventuales); en este caso, el caudal de diseño será el de la disponibilidad hidrológica.

Para el caso de las 10 comunidades, el caudal asociado a dichos cálculos correspondió al caudal que será solicitado como derecho de agua permanente y continuo, discontinuo, eventual, según sea el caso de los resultados que entreguen los cálculos efectuados.

Es importante señalar que además se han hecho aforos de la fuente superficial, de modo de comparar los caudales aforados con los de diseño. Adicionalmente, se le consultó al beneficiario respecto a cómo se comporta la fuente superficial en verano y en sequías.

En los casos de los proyectos individuales con fuente superficial, debido a que, por su tamaño, requieren bajos caudales, se utilizó el dato de los aforos efectuados, y, con la información que proporcionó el pequeño agricultor, se comparó con la demanda agronómica específica determinada, usando el caudal que satisface la demanda, de lo contrario, la demanda se disminuye de acuerdo con el caudal disponible.

Aquellos proyectos cuyo caudal de diseño sea superior a 1 l/s, al igual que en el caso de las comunidades, se procedió a solicitar los derechos de agua correspondientes.

d) Dimensionamiento de impulsión y bombas

Para el caso de pozo profundo (2) los criterios para el dimensionamiento de la impulsión y de la bomba fueron los siguientes:

- Caudal: según datos de pozos cercanos
- Prof. nivel estático (NE): el estimado según el estudio hidrogeológico.
- Cota entrega al estanque: cota de terreno de la ubicación del estanque.
- Longitud de la impulsión: longitud medida según del trazado en Google Earth más la profundidad del pozo menos 10 m (10 m tramo donde irá la bomba, sumergencia y trampa de arena)
- Pérdidas de carga: pérdidas friccionales según fórmula Hazen Williams más un 5% por pérdidas singulares.
- Presión en las entregas: 5 mca
- Carga dinámica total: cota entrega estanque – cota nivel dinámico + pérdidas de carga + presión a la entrega.
- Diámetro Impulsión: se calcula para que la velocidad de escurrimiento sea entre 1 y 2 m/s (criterio comúnmente usado). Se usa diámetro comercial tubería HDPE PE 100 PN 10;
- Bomba de Pozo: se cotiza según caudal de bombeo y altura de elevación total. Las características de la bomba se obtienen del catálogo correspondiente.

En el caso del dimensionamiento de las punteras y norias se aplican los mismos criterios señalados antes.

El dimensionamiento para fuentes superficiales es el mismo explicado antes, salvo que la carga dinámica total se calcula entre la cota de la toma superficial y las entregas prediales y el tranque, más las pérdidas friccionales y singulares.

e) Dimensionamiento Proyecto Captación de Aguas Lluvias (SCALL)

La utilización de las aguas lluvias como fuente para riego se considera solamente en los casos en que no existan otras fuentes factibles de uso. La superficie de riego queda limitada por la disponibilidad de agua de lluvia y el mecanismo por el cual será captada.

Como captación de aguas lluvias se consideran las superficies de techos de viviendas, galpones y otras estructuras presentes en el predio. Se asume una eficiencia de captación del 90%, considerando que la conducción del escurrimiento desde los techos a las obras de almacenamiento ya que depende del estado y capacidad de las canaletas instaladas en los bordes de los techos.

La disponibilidad de aguas lluvias se obtiene del análisis pluviométrico desarrollado, considerando que estará disponible para captar la precipitación media anual con una probabilidad de excedencia del 85%.

Para almacenar las aguas lluvias captadas a lo largo del año, se considera la utilización de estanques flexibles tipo "guatero", que permiten minimizar las pérdidas por filtraciones y evaporación. En el mercado se pueden encontrar desde una capacidad de 5 m³ a 200 m³.

El sistema contará con una bomba presurizadora a la salida del estanque que permita alcanzar el nivel de presión mínima de 5 mca, junto con un sistema hidroneumático.

f) Dimensionamiento tranque acumulador

En caso de usar tranques acumuladores, los criterios usados en el dimensionamiento fueron los siguientes:

- Volumen de acuerdo con el caudal de bombeo del pozo o bien de la fuente superficial, multiplicado por 8 horas (seguridad de 1 día).
- Taludes interior 2,5:1 (H:V) y del relleno exterior (terraplén) 2:1 (H:V).

- Altura total= variable, de 2 m hasta 5 m.
- Altura de aspiración= 0,3 m.
- Para alturas de muro (desde la cota de terreno hasta el coronamiento) menores a 1,5 m se considera una revancha de 30 cm, para alturas de muro mayores a 1,5 m la revancha será de 50 cm.
- Revestimiento con geomembrana e= 1,5 mm más geotextil.
- Para altura de muro menores a 2,5 m, se considera un ancho de coronamiento $B=1$ m, para alturas mayores a 2,5 m el coronamiento debe estar dado por la fórmula $B=3+H/5$.

g) Presupuesto de las obras

El presupuesto de las obras se obtuvo de:

- Precios unitarios de la CNR, zona centro Norte y centro Sur, distancia a centro de abastecimiento de 80 km, acceso ladera media.
- Los demás precios (bombas, tubería, pozos, etc.) se obtuvieron de cotizaciones y de base de datos del consultor relativos a otros proyectos similares (todo respaldado en anexos).

h) Resultados

En la siguiente tabla se incluyen los principales resultados obtenidos en cada uno de los 60 proyectos individuales y 10 comunitarios desarrollados, mientras que en el plano que se presenta a continuación del cuadro se muestra la ubicación de los 70 proyectos desarrollados.

Tabla 9.3-1 Resumen Resultados Obtenidos en los 60 Proyectos Individuales
y 10 Colectivos

Núm. Proy.	Código Proyecto (FINAL)	Comuna	Nombre Beneficiario	Contacto	ROL	Fuente	TIPOLOGIA	UTM NORTE	UTM ESTE	COTA
1	01_BB_SUB_AR_(37)	Arauco	Luis Saez		148-148	PUNTERA	SUBTERRANEO	5877087	655913	2
2	02_BB_SUB_AR_(49)	Arauco	Patricio Gallardo		148-148	PUNTERA	SUBTERRANEO	5876945	656006	2
3	03_BB_SUB_AR_(55)	Arauco	Sara Toloza		1148-37	PUNTERA	SUBTERRANEO	5877819	655689	4
4	04_BB_SUB_AR_(33)	Arauco	Jacinta Gallardo		-	PUNTERA	SUBTERRANEO	5876271	645691	7
5	05_BB_SUP_AR_(53)	Arauco	Medardo Leal		179-140	ESTERO	SUPERFICIAL	5867043	633956	43
6	06_BB_SUB_AR_(112)	Arauco	Berta Antinao		176-88	NORIA	SUBTERRANEO	5859564	625256	175
7	07_BB_SUB_AR_(32)	Arauco	Hilia Medina		149-6	NORIA	SUBTERRANEO	5872667	656178	13
8	08_BB_SUB_AR_(122)	Arauco	Segundo Levin		172-42	NORIA	SUBTERRANEO	5866573	635776	33
9	09_BB_SUB_AR_(56)	Arauco	Susana Reiman		172-40	NORIA	SUBTERRANEO	5866120	636440	23
10	10_BB_SUB_AR_(35)	Arauco	Juan Flores		145-25	NORIA	SUBTERRANEO	5874956	657881	5
11	11_BB_SUP_AR_(40)	Arauco	Marcelina Reyes		170-37	ESTERO	SUPERFICIAL	5870142	644331	15
12	12_BB_SUB_AR_(1N)	Arauco	Carolina Alarcón		510-184	NORIA	SUBTERRANEO	5867504	646001	117
13	13_BB_SUP_AR_(2N)	Arauco	Marta Ancán		180-28	ESTERO	SUPERFICIAL	5864703	622945	15
14	14_BB_SUP_AR_(3N)	Arauco	Zuni Margareta Araneda	974499661	168-162	ESTERO	SUPERFICIAL	5872377	644183	18
15	15_BB_SUP_AR_(7N)	Arauco	Maria Carrillo	972004683	176-30	ESTERO	SUPERFICIAL	5863627	622998	7
16	16_BB_SUP_AR_(9N)	Arauco	Mario San Martín	953563705	178-105	ESTERO	SUPERFICIAL	5857771	628073	26
17	17_BB_SUB_AR_(11N)	Arauco	Edgardo Fernandez	982996753	178-17	NORIA	SUBTERRANEO	5858931	627486	141
18	18_BB_SUB_AR_(12N)	Arauco	Nancy García Díaz	996674860	178-90	NORIA	SUBTERRANEO	5862941	629093	204
19	19_BB_SUP_AR_(15N)	Arauco	Anadicio González	997056199 (señora)	178-71	ESTERO	SUPERFICIAL	5860065	628517	36
20	20_BB_AGL_AR_(16N)	Arauco	Rosa Gutierrez	967326782	-	SCALL	SCALL	5876761	658556	8
21	21_BB_SUB_AR_(17N)	Arauco	Iris Henríquez	979751533	510-77	NORIA	SUBTERRANEO	5867496	646194	90
22	22_BB_SUP_AR_(18N)	Arauco	Teresa Huentemil	999476768	178-105	ESTERO	SUPERFICIAL	5871568	646162	11
23	23_BB_SUP_AR_(21N)	Arauco	Juan Luis Torres	991089197	166-20	ESTERO	SUPERFICIAL	5872427	651723	10
24	24_BB_SUB_AR_(23N)	Arauco	Cristian Peña	968232767	180-94	NORIA	SUBTERRANEO	5864581	621370	178
25	25_BB_SUP_AR_(24N)	Arauco	Juan Peña	994661190	182-4	ESTERO	SUPERFICIAL	5862463	621760	2
26	26_BB_SUP_AR_(25N)	Arauco	Omar Valdebenito	9422983214	182-75	ESTERO	SUPERFICIAL	5864715	624163	6
27	27_BB_SUP_AR_(26N)	Arauco	María Saez	953301073	182-4	ESTERO	SUPERFICIAL	5865371	624646	8
28	28_BB_SUP_AR_(30N)	Arauco	José Saez	983448955	180-41	ESTERO	SUPERFICIAL	5864470	623090	12
29	29_BB_SUB_AR_(31N)	Arauco	Myriam Sanhueza	953536025	178-89	POZO Exist.	SUBTERRANEO	5860170	629905	193
30	30_BB_SUB_AR_(32N)	Arauco	Elsa Torres	932410107	-	PUNTERA	SUBTERRANEO	5877952	656667	7
31	31_BB_SUB_AR_(37N)	Arauco	Betzabé Fredex Lopez	964944851	184-80	NORIA	SUBTERRANEO	5869854	631014	41
32	32_BB_SUB_CU_(146)	Curanilahue	Paola Contreras	976422947	501-1	NORIA	SUBTERRANEO	5846564	639929	178
33	33_BB_SUP_CU_(130)	Curanilahue	Leonor Gutierrez	992458803	505-111	VERTIENTE	SUPERFICIAL	5850938	662136	137
34	34_BB_SUP_CU_(131)	Curanilahue	Oscar Gutierrez	995231266	-	RIO	SUPERFICIAL	5850916	661792	122
35	35_BB_SUP_CU_(132)	Curanilahue	Teresa Cuevas	995839337	504-14	VERTIENTE	SUPERFICIAL	5846883	660512	590
36	36_BB_SUP_CU_(138)	Curanilahue	Mireya Martinez	992629320	507-101	VERTIENTE	SUPERFICIAL	5854732	656985	533
37	37_BB_AGL_CU_(133)	Curanilahue	Blanca Gajardo	964928149	504-262	SCALL	SCALL	5839259	647958	125
38	38_BB_SUP_CU_(137)	Curanilahue	Doris Rocha	962972239	505-111	RIO	SUPERFICIAL	5837371	652440	188
39	39_BB_SUB_LA_(5)	Los Álamos	Manuel Melita	977125091	207-232	NORIA	SUBTERRANEO	5827462	637493	134
40	40_BB_SUB_LA_(3)	Los Álamos	Iris Gonzalez	987897921	207-184	NORIA	SUBTERRANEO	5832730	640109	150
41	41_BB_SUB_LA_(4)	Los Álamos	Ismenia Saavedra	933355519	207-184	NORIA	SUBTERRANEO	5833003	640257	157
42	42_BB_SUP_AR_(41)	Arauco	Marcos Saez		186-68	ESTERO	SUPERFICIAL	5875694	633415	17
43	43_BB_SUB_AR_(50)	Arauco	Petronila Peña		170-5	POZO Exist.	SUBTERRANEO	5868420	638987	69
44	44_BB_SUB_AR_(302)	Arauco	Andrés Maudier		168-7	POZO	SUBTERRANEO	5875972	642628	5
45	45_BB_SUB_AR_(303)	Arauco	José Maudier		168-73	POZO	SUBTERRANEO	5874253	643067	75
46	46_BB_SUP_AR_(PN1)	Arauco	Marlene Peña	985190452	-	ESTERO	SUPERFICIAL	5867972	637823	14
47	47_BB_SUB_AR_(PN3)	Arauco	María Aravena	989085196	172-85	NORIA	SUBTERRANEO	5868529	638810	46
48	48_BB_AGL_AR_(PN4)	Arauco	Carmen Avila	979629890	179-65	SCALL	SCALL	5876490	632227	42
49	49_BB_SUP_AR_(PN5)	Arauco	Carlos Avello	953633396	-	ESTERO	SUPERFICIAL	5875288	632018	7
50	50_BB_SUP_AR_(PN6)	Arauco	Sergio Avello	963392106	-	VERTIENTE	SUPERFICIAL	5875519	632111	15
51	51_BB_SUP_AR_(PN7)	Arauco	Patricio García	941793420	184-40	RIO	SUPERFICIAL	5871229	633427	63
52	52_BB_AGL_AR_(PN8)	Arauco	Abraham Carrillo	997395413	167-169	SCALL	SCALL	5871847	638847	43
53	53_BB_AGL_AR_(PN9)	Arauco	Rosa Garrido	989318467	-	SCALL	SCALL	5871867	638882	48
54	54_BB_SUB_AR_(PN10)	Arauco	Juan Contreras	967379081	163-27	PUNTERA	SUBTERRANEO	5875116	654002	2
55	55_BB_SUB_AR_(PN11)	Arauco	María Pérez	990117057	-	NORIA	SUBTERRANEO	5875139	653336	7
56	56_BB_AGL_AR_(PN12)	Arauco	Nicolasa Mellado	975753580	148-148	SCALL	SCALL	5874899	655624	15
57	57_BB_AGL_AR_(PN13)	Arauco	Vicenta Mellado	989193470	-	SCALL	SCALL	5874941	655593	21
58	58_BB_SUP_AR_(PN14)	Arauco	María Valenzuela	977124983	-	VERTIENTE	SUPERFICIAL	5874267	657408	14
59	59_BB_AGL_AR_(PN15)	Arauco	María Ramirez	977939716	159-4	SCALL	SCALL	5872802	656235	46
60	60_BB_SUB_AR_(PN16)	Arauco	Luberlinda Olivera	976832233	-	NORIA	SUBTERRANEO	5873338	657365	43
61	61_BB_SUP_AR_(89)	Arauco	LENCO	932080618	-	ESTERO	SUPERFICIAL	5870287	636001	4
62	62_BB_SUP_AR_(87)	Arauco	LLAK WAPI LAFKEN	994657327	-	ESTERO	SUPERFICIAL	5880938	625463	18
63	63_BB_SUP_AR_(CN1)	Arauco	LAS PUENTES	988784548	-	ESTERO	SUPERFICIAL	5868091	637754	8
64	64_BB_SUP_AR_(CN2)	Arauco	QUIÑIQUILCO	979517744	-	ESTERO	SUPERFICIAL	5864736	624209	8
65	65_BB_SUP_AR_(CN4)	Arauco	PU MAPU	971275198	-	ESTERO	SUPERFICIAL	5869824	651541	5
66	66_BB_SUP_AR_(CN5)	Arauco	TRALKA	962890219	-	VERTIENTE	SUPERFICIAL	5868096	634370	93
67	67_BB_SUP_AR_(84)	Arauco	LOCOTE	942897330	-	RIO	SUPERFICIAL	5858037	625523	15
68	68_BB_SUP_AR_(77)	Arauco	MENALKENUN	977193114	-	RIO	SUPERFICIAL	5866137	636282	17
69	69_BB_SUP_AR_(74)	Arauco	CHILCOCO	983540166	-	ESTERO	SUPERFICIAL	5879002	628889	10
70	70_BB_SUP_AR_(CN6)	Arauco	PUEL MAPU ANCHOÑ	940587203	-	RIO	SUPERFICIAL	5873029	654384	5

Núm. Proy.	Nº de regantes	SUPERFICIE (ha)	CAUDAL DE DISEÑO (l/s)	Derecho de agua superficial solicitado	Diámetro máximo (mm)	Longitud total (m)	Volumen requerida (m3)	Volumen estanque (m3)	Superficie estanque (m2)	Cantidad de bombas (cant.)	Potencia requerida (kW)	Número de paneles FV (cant.)	Potencia instalada (kW)	Configuración sist. FV (-)
1	1	0,9	0,9	-	50	79	26	30	42	2	1,0	8	2,5	on-grid
2	1	0,8	1,1	-	50	50	33	40	53	2	1,4	10	3,1	on-grid
3	1	0,2	0,1	-	50	28	4	10	18	2	1,0	8	2,5	on-grid
4	1	0,6	1,4	-	50	306	41	50	72	2	0,7	10	3,1	on-grid
5	1	1,7	2,9	En trámite	75	315	82	90	95	1	0,8	8	2,5	on-grid
6	1	2,7	5,0	-	90	284	144	150	126	1	0,8	6	1,9	on-grid
7	1	0,1	0,6	-	50	15	2	5	11	2	0,5	8	2,5	on-grid
8	1	2,7	4,8	-	90	163	137	150	126	1	1,7	12	3,7	on-grid
9	1	1,8	4,2	-	90	273	120	120	125	1	1,7	14	4,3	on-grid
10	1	0,6	1,0	-	75	204	29	30	42	1	0,7	6	1,9	on-grid
11	1	2,6	3,4	En trámite	90	344	99	100	100	1	2,2	14	4,3	on-grid
12	1	0,2	0,5	-	50	173	14	20	33	2	1,0	8	2,5	on-grid
13	1	3,1	6,2	En trámite	110	117	178	180	145	2	3,3	24	7,4	on-grid
14	1	2,1	2,7	En trámite	75	29	79	80	90	2	2,7	22	6,8	on-grid
15	1	3,6	7,8	En trámite	110	77	224	200	158	2	3,3	26	8,1	on-grid
16	1	2,5	5,4	En trámite	90	261	156	160	133	2	3,6	26	8,1	on-grid
17	1	0,6	0,9	-	50	342	26	30	42	2	3,3	24	7,4	on-grid
18	1	0,9	1,4	-	50	122	40	50	72	2	2,0	14	4,3	on-grid
19	1	4,0	7,3	En trámite	110	152	211	200	158	2	4,4	32	9,9	on-grid
20	1	0,0217	0,7	-	50	73	178	180	145	1	0,8	6	1,9	on-grid
21	1	0,2	0,4	-	50	286	12	20	33	2	1,8	14	4,3	on-grid
22	1	1,4	1,5	En trámite	50	221	43	50	72	2	1,7	12	3,7	on-grid
23	1	6,3	8,5	En trámite	125	245	245	200	158	2	7,9	62	19,2	off-grid
24	1	0,3	0,4	-	50	201	11	20	33	1	0,7	6	1,9	on-grid
25	1	5,9	10,2	En trámite	125	289	58	60	81	2	10,8	78	24,2	off-grid
26	1	3,2	5,2	En trámite	110	16	151	160	133	2	1,7	14	4,3	on-grid
27	1	8,1	14,0	En trámite	140	375	410	200	158	2	5,7	40	12,4	off-grid
28	1	4,7	10,7	En trámite	125	30	308	200	158	2	5,2	40	12,4	off-grid
29	1	0,4	0,7	-	50	77	19	20	33	2	0,9	8	2,5	on-grid
30	1	0,3	0,3	-	50	59	10	10	18	2	1,0	8	2,5	on-grid
31	1	2,3	5,0	-	110	112	144	150	126	1	0,8	8	2,5	on-grid
32	1	0,2	0,4	-	50	95	11	20	33	2	1,0	8	2,5	on-grid
33	1	0,1	0,8	-	50	48	23	30	42	2	1,0	6	1,9	on-grid
34	1	0,1	0,4	-	50	96	13	20	33	2	1,0	6	1,9	on-grid
35	1	0,1	0,2	-	50	180	6	10	18	2	1,0	8	2,5	on-grid
36	1	0,3	0,8	-	50	142	23	30	42	2	1,2	8	2,5	on-grid
37	1	0,0147	0,3	-	50	54	51	60	81	1	0,8	6	1,9	on-grid
38	1	0,9	1,7	En trámite	50	78	48	50	72	2	1,4	10	3,1	on-grid
39	1	2,9	3,8	-	90	116	111	120	125	2	1,7	14	4,3	on-grid
40	1	0,2	0,4	-	50	54	12	20	33	2	1,0	8	2,5	on-grid
41	1	0,5	0,6	-	50	184	16	20	33	2	1,0	8	2,5	on-grid
42	1	0,5	1,2	En trámite	50	241	35	40	53	1	0,7	6	1,9	on-grid
43	1	0,4	0,4	-	50	171	12	20	33	1	0,4	4	1,2	on-grid
44	1	2,1	5,0	-	90	210	144	150	126	2	9,8	72	22,3	off-grid
45	1	2,2	5,0	-	90	152	144	150	126	2	9,8	66	20,5	off-grid
46	1	1,0	2,3	En trámite	75	45	66	70	86	2	2,7	22	6,8	on-grid
47	1	0,1	0,6	-	50	32	18	20	33	2	1,0	8	2,5	on-grid
48	1	0,0092	0,2	-	50	107	45	50	72	1	0,8	6	1,9	on-grid
49	1	17,6	42,6	-	250	240	1.226	200	158	6	16,5	114	35,3	off-grid
50	1	0,1	0,8	-	50	39	23	30	42	2	1,0	8	2,5	on-grid
51	1	2,0	4,7	En trámite	50	88	136	150	126	2	1,7	12	3,7	on-grid
52	1	0,0121	0,3	-	50	90	64	70	86	1	0,8	6	1,9	on-grid
53	1	0,0071	0,2	-	50	107	51	60	81	1	0,8	6	1,9	on-grid
54	1	1,4	3,3	-	75	181	95	100	100	2	1,7	14	4,3	on-grid
55	1	0,4	0,9	-	50	67	26	30	42	2	1,0	8	2,5	on-grid
56	1	0,0164	0,4	-	50	26	101	110	125	1	0,8	6	1,9	on-grid
57	1	0,0106	0,3	-	50	58	72	80	90	1	0,8	6	1,9	on-grid
58	1	0,1	0,8	-	50	55	18	20	33	2	1,0	8	2,5	on-grid
59	1	0,0092	0,3	-	50	41	77	80	90	1	0,8	6	1,9	on-grid
60	1	0,1	0,6	-	50	59	18	20	33	2	1,0	8	2,5	on-grid
61	8	7,5	11,5	En trámite	140	1.699	331	334	810	2	20,2	122	37,8	off-grid
62	4	4,0	6,8	En trámite	110	430	197	200	158	2	4,9	30	9,3	on-grid
63	11	6,9	11,5	En trámite	140	1.866	331	334	810	1	20,1	120	37,2	off-grid
64	3	1,9	2,8	En trámite	75	600	81	90	95	2	5,2	32	9,9	off-grid
65	4	1,3	1,9	En trámite	75	960	55	60	81	2	4,0	26	8,1	off-grid
66	3	0,7	1,3	En trámite	50	987	38	40	53	2	1,5	12	3,7	off-grid
67	7	6,8	12,5	En trámite	140	2.283	360	370	641	3	27,1	160	49,6	off-grid
68	6	1,8	2,2	En trámite	75	1.329	62	70	86	2	15,0	94	29,2	off-grid
69	6	1,4	1,6	En trámite	75	805	45	50	72	2	1,4	8	2,5	off-grid
70	5	5,4	8,3	En trámite	125	1.046	239	239	432	2	3,3	24	7,4	off-grid

Núm. Proy.	Costo Habilitación Fuente Subt.	Costo Sistema de Bombeo	Costo Sum. e inst tuberías	Costo Accesorios tuberías	Costo Movimiento de Tierras	Costo Obra de acumulación	Costo Paneles solares	Costo Directo (\$)	Gastos Generales (5%) (\$)	Utilidades (10%) (\$)	COSTO TOTAL (neto) (\$)	Costo Directo por hectárea (\$)
1	600.000	645.170	159.264	91.060	477.514	1.266.430	3.197.944	6.437.382	321.869	643.738	7.402.989	7.399.290
2	900.000	824.338	100.800	87.000	302.224	1.490.180	3.802.916	7.507.458	375.373	750.746	8.633.577	9.045.130
3	300.000	755.284	56.448	83.920	169.245	772.932	3.197.944	5.335.773	266.789	533.577	6.136.139	35.571.821
4	900.000	344.338	616.896	122.840	1.849.610	1.920.040	3.820.916	9.574.640	478.732	957.464	11.010.836	15.957.733
5	0	749.145	1.270.080	168.200	2.024.099	2.635.780	3.100.444	9.947.748	497.387	994.775	11.439.911	5.851.617
6	1.215.560	697.053	1.717.632	199.280	1.891.018	4.154.980	2.966.944	12.842.467	642.123	1.284.247	14.768.837	4.756.469
7	1.215.560	617.642	30.240	82.100	90.667	546.277	3.307.944	5.890.430	294.522	589.043	6.773.995	117.808.600
8	1.215.560	1.170.687	985.824	148.460	1.085.338	4.154.980	4.226.916	12.987.765	649.388	1.298.776	14.935.930	4.810.283
9	1.215.560	1.170.687	1.651.104	194.660	1.817.774	3.383.557	4.712.388	14.145.730	707.287	1.414.573	16.267.590	7.858.739
10	1.215.560	700.401	691.488	128.020	1.286.065	1.266.430	2.774.444	8.062.408	403.120	806.241	9.271.769	13.437.346
11	0	1.998.730	1.552.320	187.800	2.229.535	2.873.940	4.917.388	13.759.713	687.986	1.375.971	15.823.670	5.292.197
12	1.215.560	755.284	348.768	104.220	1.045.694	1.024.895	3.197.944	7.692.365	384.618	769.237	8.846.220	38.461.826
13	0	2.192.904	825.552	137.330	815.918	4.696.817	7.163.832	15.832.353	791.618	1.583.235	18.207.206	5.107.211
14	0	1.606.099	116.928	88.120	186.346	2.532.576	6.575.332	11.105.400	555.270	1.110.540	12.771.210	5.288.286
15	0	2.192.904	543.312	117.730	536.972	5.077.671	7.604.304	16.072.892	803.645	1.607.289	18.483.826	4.464.692
16	0	2.342.753	1.514.016	185.140	1.730.422	4.256.757	7.751.804	17.780.893	889.045	1.778.089	20.448.026	7.084.021
17	1.215.560	1.974.078	689.472	127.880	2.067.211	1.266.430	7.163.832	14.504.463	725.223	1.450.446	16.680.132	24.174.104
18	1.215.560	1.106.241	245.952	97.080	737.426	1.920.040	4.844.888	10.167.187	508.359	1.016.719	11.692.265	11.296.875
19	0	2.930.060	1.072.512	154.480	1.059.996	5.077.671	9.256.776	19.551.494	977.575	1.955.149	22.484.219	4.887.874
20	0	819.450	147.168	90.220	441.247	4.696.817	2.856.944	9.051.846	452.592	905.185	10.409.623	417.135.750
21	1.215.560	1.071.714	576.576	120.040	1.728.720	1.024.895	4.764.888	10.502.393	525.120	1.050.239	12.077.752	52.511.966
22	0	1.041.110	445.536	110.940	1.335.829	1.920.040	4.411.916	9.265.371	463.269	926.537	10.655.177	6.665.734
23	0	3.285.155	2.222.640	234.350	1.767.324	5.077.671	15.460.052	28.047.192	1.402.360	2.804.719	32.254.271	4.437.847
24	1.215.560	657.743	405.216	108.140	2.075.341	1.024.895	4.764.888	8.463.838	423.192	846.384	9.733.414	28.212.795
25	0	4.201.279	2.621.808	262.070	2.084.721	5.077.671	19.663.440	33.910.989	1.695.549	3.391.099	38.997.637	5.718.548
26	0	1.018.291	112.896	87.840	111.578	4.256.757	4.689.888	10.277.250	513.863	1.027.725	11.818.838	3.181.811
27	0	3.678.578	4.158.000	368.750	2.796.196	5.077.671	10.339.720	26.418.916	1.320.946	2.641.892	30.381.753	3.261.595
28	0	3.628.447	272.160	98.900	216.407	5.077.671	10.119.132	19.412.717	970.636	1.941.272	22.324.625	4.165.819
29	0	784.239	155.232	90.780	465.425	1.024.895	3.202.944	5.723.514	286.176	572.351	6.582.041	14.308.785
30	300.000	755.284	94.752	86.580	284.090	772.932	3.197.944	5.491.582	274.579	549.158	6.315.319	18.936.490
31	1.215.560	697.053	760.032	132.780	771.595	4.154.980	3.232.944	10.964.944	548.247	1.096.494	12.609.686	4.767.367
32	1.215.560	275.284	191.520	93.300	574.225	1.024.895	3.242.944	6.617.728	330.886	661.773	7.610.387	33.088.640
33	0	821.352	96.768	86.720	290.135	1.266.430	2.976.944	5.538.349	276.917	553.835	6.319.101	42.602.682
34	0	821.352	193.536	93.440	580.270	1.024.895	3.066.944	5.780.437	289.022	578.044	6.647.502	44.464.897
35	0	821.352	362.880	105.200	1.088.006	772.932	3.220.444	6.370.814	318.541	637.081	7.326.436	49.006.258
36	0	871.077	286.272	99.880	1.817.448	1.266.430	3.287.944	7.629.050	381.453	762.905	8.773.408	23.118.335
37	0	819.450	108.864	87.560	326.402	2.334.825	2.991.944	6.669.045	333.452	666.904	7.669.401	453.676.512
38	0	906.979	157.248	90.920	805.356	1.920.040	3.865.916	7.746.459	387.323	774.646	8.908.428	8.703.887
39	1.215.560	870.695	701.568	128.720	772.388	3.383.557	4.689.888	11.762.376	588.119	1.176.238	13.526.732	4.055.992
40	1.215.560	755.284	108.864	87.560	326.402	1.024.895	3.220.444	6.739.008	336.950	673.901	7.749.860	33.695.042
41	1.215.560	755.284	370.944	105.760	1.112.184	1.024.895	3.377.944	7.962.570	398.129	796.257	9.156.956	15.925.141
42	0	693.490	485.856	113.740	1.456.719	1.490.180	2.777.944	7.017.928	350.896	701.793	8.070.618	13.760.644
43	0	674.125	344.736	103.940	1.033.605	1.024.895	2.226.472	5.407.773	270.389	540.777	6.218.939	13.519.434
44	20.962.000	2.764.752	1.030.176	151.540	1.370.584	4.154.980	18.742.468	49.176.500	2.458.825	4.917.650	56.552.975	23.417.381
45	20.962.000	2.284.752	727.776	130.540	989.978	4.154.980	17.747.496	46.997.522	2.349.876	4.699.752	54.047.150	21.362.510
46	0	1.606.099	181.440	92.600	289.157	2.429.320	6.642.832	11.241.448	562.072	1.124.145	12.927.665	11.241.448
47	1.215.560	275.284	64.512	84.480	193.423	1.256.050	3.175.444	6.264.753	313.238	626.475	7.204.466	62.647.530
48	0	819.450	141.120	89.800	423.113	1.920.040	2.834.444	6.227.967	311.398	622.797	7.162.162	676.952.972
49	0	4.786.476	8.225.280	651.200	2.239.509	4.971.500	28.799.188	49.673.153	2.483.658	4.967.315	57.124.126	2.817.536
50	0	821.352	78.624	85.460	235.735	1.266.430	3.332.944	5.820.544	291.027	582.054	6.693.626	58.205.444
51	0	1.018.291	532.224	116.960	585.949	4.154.980	4.689.888	11.098.292	554.915	1.109.829	12.763.036	5.549.146
52	0	819.450	181.440	92.600	544.003	2.429.320	2.811.944	6.878.757	343.938	687.876	7.910.570	568.492.304
53	0	819.450	215.712	94.980	646.759	2.334.825	2.811.944	6.923.670	346.183	692.367	7.962.220	975.164.785
54	900.000	434.105	713.664	129.560	1.160.004	2.873.940	4.779.888	10.991.161	549.558	1.099.116	12.639.835	7.850.829
55	1.215.560	275.284	135.072	89.380	404.980	1.266.430	3.242.944	6.629.650	331.482	662.965	7.624.097	16.574.124
56	0	819.450	52.416	83.640	157.156	3.166.987	2.856.944	7.136.593	356.830	713.659	8.207.082	435.158.133
57	0	819.450	116.928	88.120	350.580	2.532.576	2.946.944	6.854.598	342.730	685.460	7.882.787	646.660.154
58	0	821.352	110.880	87.700	332.446	1.024.895	3.197.944	5.575.217	278.761	557.522	6.411.500	79.645.958
59	0	819.450	82.656	85.740	247.824	2.532.576	2.856.944	6.625.190	331.259	662.519	7.618.968	720.129.297
60	1.215.560	755.284	119.631	88.308	358.685	1.024.895	3.307.944	6.870.307	343.515	687.031	7.900.853	68.703.072
61	0	5.020.647	7.845.264	1.184.810	10.988.259	5.846.144	32.441.323	63.326.448	3.166.322	6.332.645	72.825.415	8.488.800
62	2.962.555	2.071.440	463.850	2.816.824	5.077.671	9.190.776	9.190.776	22.583.116	1.129.156	2.258.312	25.970.584	5.603.751
63	0	3.849.490	14.417.424	1.081.210	13.012.268	5.846.144	31.433.446	69.639.982	3.481.999	6.963.998	80.085.979	10.092.751
64	0	2.750.288	2.145.024	228.960	3.803.579	2.635.780	9.181.776	20.745.406	1.037.270	2.074.541	23.857.217	10.693.508
65	0	2.556.184	2.941.344	284.260	5.992.934	2.334.826	7.636.804	21.746.350	1.087.318	2.174.635	25.008.303	16.350.639
66	0	518.296	1.989.792	218.180	5.965.898	1.490.180	4.058.888	14.241.234	712.062	1.424.123	16.377.419	20.942.991
67	0	7.176.207	15.260.112	1.139.730	13.860.853	6.332.835	43.033.977	86.803.715	4.340.186	8.680.371	99.824.272	12.727.817
68	0	3.470.896	3.729.600	339.000	8.056.172	2.429.320	24.972.899	42.997.887	2.149.894	4.299.789	49.447.570	23.625.213
69	0	906.979	2.046.240	222.100	4.945.863	1.920.040	3.067.944	13.109.166	655.458	1.310.917	15.075.541	9.363.690
70	0	2.192.904	7.074.144	571.260	7.133.240	4.598.922	6.873.832	28.444.302	1.422.215	2.844.430	32.710.948	5.296.891

10. ESTUDIO AGROECONÓMICO DE PROYECTOS INDIVIDUALES Y COMUNITARIOS

10.1. Encuesta Agronómica

La encuesta agronómica se separó en dos tipos:

- Formato de Predios Individuales
- Formato de Comunidades de Pueblos Originarios

Al respecto, los resultados de las encuestas representan a cada uno de los proyectos en forma independiente.

Una vez definidos los proyectos definitivos, se procedió a presentar los resultados de cada encuesta como unidad de proyecto.

En terreno y gabinete se logró encuestar un total de 60 predios individuales y 10 comunidades de pueblos originarios.

10.2. Mercados Situación Actual y Determinación de Precios

10.2.1. Mercados Situación Actual

En el Estudio de Mercado de Situación Actual se analiza el destino de la producción del área de estudio, con los resultados de la encuesta simple, donde se informa para cada rubro productivo el destino de la producción, puntos de comercialización y precios.

En términos generales, cabe señalar que luego de analizar los resultados de la encuesta se pudo constatar que los destinos de la producción corresponden a ventas y autoconsumo, no detectando fracciones de la cosecha canalizadas hacia trueque. El punto de venta más utilizado corresponde a puesto en el predio, donde se vende a intermediarios o consumidores finales. No se constató la presencia de rubros de exportación.

10.2.2. Determinación de Precios

La determinación de precios en el presente estudio para los distintos productos se realizó tomando como base los antecedentes de las siguientes fuentes de información:

- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA.
- COTRISA
- Revista del Campo
- Encuesta

La metodología general para determinar los precios de los diferentes productos consistió en realizar un análisis de las series de precios a nivel de mercado mayorista de Santiago para los productos de consumo interno y los agricultores encuestados. En el caso de los precios de frutas y hortalizas, transadas en el mercado interno, se consideró un margen de comercialización de 30%, proporción que incluye flete y comisión entre productor y mayorista. En ganado bovino se consideró la comisión que cobra la feria ganadera que asciende a 3%. Por último, en frutales de exportación, al retorno FOB se le descontó un margen de 35%, que incluye comisión de exportadora, materiales y servicios.

De esta manera, los precios calculados a productor para los distintos productos recolectados en el área del proyecto, según destino de producción y calidad, se presentan en la siguiente tabla.

10.2.3. Resultados Análisis de Suelo

Entre los días 10 y 16 de agosto de 2020, se realizó un recorrido del total del área de estudio en donde existiesen proyectos, ya sean individuales o colectivos (comunidades) obteniendo 32 muestras de suelos. Estas muestras fueron obtenidas de las distintas fases de suelos que están descritas en el estudio general de suelos.

La determinación de que variaciones de series a muestrear, se obtuvo según la presencia de cada fase en los proyectos preliminarmente seleccionados.

En relación al análisis químico de suelos, se debe señalar que los suelos son por lo general ácidos a ligeramente ácidos, lo que dificulta la absorción de ciertos nutrientes, disminuyen el

fósforo disponible, solubilizan el aluminio (tóxico para las plantas) y reducen la actividad microbiana. No existen problemas de salinidad.

En relación al contenido de materia orgánica, éste es medio a muy alto, cuyo contenido depende básicamente del sector de muestra. Suelos actualmente cultivados y fertilizados, en general, contienen mayor cantidad en relación de suelos sin uso agrícola.

En cuanto a los resultados de los análisis físicos, en general la humedad aprovechable depende de dos factores, primero la presencia de texturas finas y, segundo, la profundidad efectiva del suelo. Según lo anterior, debido a la presencia de algunas Fases delgadas, la capacidad de retención de humedad es baja, independiente de la presencia de texturas arcillosas.

Otro aspecto que es necesario señalar es que en algunas fases no es coincidente la textura con la descripción de la serie, esto es debido a que los estudios previos con los cuales se elaboró la cartografía de suelos obtenida de Ciren, están basados en el Estudio de Suelos del Proyecto Aerofotogramétrico CHILE/OEA/BID, realizado por IREN en 1964, sin mayores revisiones o actualizaciones posteriores a esa fecha.

10.2.4. Estimación de los Beneficios Proyectos Comunitarios

a) Uso del Suelo, Fichas y Costos Indirectos

La situación futura o con proyecto corresponde al mejoramiento de las condiciones actuales que enfrenta el área en estudio por medio de la ejecución y construcción de obras civiles. Esta situación se apoya por medio de un programa de asistencia técnica y capacitación, el cual permite a los beneficiarios, además de tecnificar el riego y aumentar la eficiencia del mismo, poder mejorar las labores de cultivo y la rentabilidad de los rubros.

La diferencia de costos y beneficios entre situación actual y futura permite obtener los beneficios netos atribuibles al proyecto. La conveniencia de su materialización dependerá de si los beneficios asociados a él son mayores que sus costos; o en caso contrario, si no es rentable no deberá llevarse a cabo.

La definición de la situación futura de cada proyecto de riego estuvo basada en un conjunto de criterios de desarrollo según la realidad del área, en sus aspectos de recursos naturales, capacidad empresarial de los agricultores, disponibilidad de mano de obra, tendencias de mercado e infraestructura productiva, entre otros.

La situación con proyecto es aquella que es posible esperar una vez implementadas las medidas y obras de ingeniería propuestas.

b) Costos de Inversión y Operacionales de Riego Tecnificado

Los costos de inversión corresponden a los pagos en que se incurren por aquellos bienes y servicios requeridos para la implementación del sistema de riego. Dentro de éstos se consideran las labores, materiales, equipos y servicios que se utilizan en cada método de riego propuesto.

Para el caso de los riegos mecánicos se considera el costo de los equipos de riego incluyendo todos sus componentes. Para la impulsión se considera el uso de motobombas con motor eléctrico.

En la determinación de los costos de inversión de riego tecnificado, se han utilizado seis ejemplos de presupuestos según tamaño de los paños a regar, de tal forma de obtener un costo de inversión ponderado por estrato.

11. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para cada uno de los proyectos comunitarios (10), se llevó a cabo una evaluación económica, que tuvo como objetivo determinar la rentabilidad de los proyectos (beneficios generados menos costos incurridos), de tal manera que sea posible compararlo con otros usos alternativos de los recursos involucrados. La evaluación económica se ha efectuado con la diferencia generada entre 2 situaciones: "situación actual" y "situación con proyecto". La diferencia entre los márgenes de ambas situaciones corresponde al aporte incremental atribuible al desarrollo del proyecto agronómico gracias a la dotación de agua para riego generada por las nuevas obras implementadas.

11.1. Resultados de las Evaluaciones Económicas para los 10 Proyectos Comunitarios

En la siguiente tabla se incluye un resumen de los resultados obtenidos al aplicar la evaluación económica a cada uno de los 10 proyectos de riego comunitarios.

Tabla 11.1-1 Resumen Resultados Proyectos Comunitarios

PRECIOS DE MERCADO											
	Proyecto	Costo	Costo Neto	Beneficio Neto	Valor Neto	TIR (%)	IVAN	N/K	Has	Costo Neto Actualizado	Valor Neto Actualizado
		Directo (\$)	Actualizado	Actualizado	Actualizado				Regadas	vrs. Has Regadas	vrs. Has Regadas
		Obras Civiles	(\$)	(\$)	(\$)					(\$/ha)	(\$/ha)
1	61_BB_SUP_AR_(89); Lenco	63.326.448	83.730.695	41.144.443	-42.586.252	3,56%	0,49	0,646326717	7,5	11.164.093	5.485.926
2	62_BB_SUP_AR_(87); Llak	22.583.116	29.859.563	67.076.698	37.217.135	23,41%	2,25	2,523442232	4	7.464.891	16.769.175
3	63_BB_SUP_AR_(CN1); Las Puentes	69.639.982	92.078.497	41.881.844	-50.196.653	2,49%	0,45	0,580002525	6,9	13.344.710	6.069.833
4	64_BB_SUP_AR_(CN2); Quiñiquilco	20.745.406	27.429.729	22.069.290	-5.360.439	8,90%	0,80	0,876091117	1,9	14.436.700	11.615.416
5	65_BB_SUP_AR_(CN4); Pu Mapu	21.746.350	28.753.184	25.630.998	-3.122.187	10,23%	0,89	0,894675839	1,3	22.117.834	19.716.152
6	66_BB_SUP_AR_(CN5); Tralka	14.241.234	18.829.865	7.816.378	-11.013.487	1,92%	0,42	0,495081734	0,68	27.690.977	11.494.673
7	67_BB_SUP_AR_(84); Locobe	86.803.715	114.772.511	100.006.865	-14.765.645	9,94%	0,87	0,902185515	6,8	16.878.310	14.706.892
8	68_BB_SUP_AR_(77); Melan	42.997.887	56.852.123	33.848.147	-23.003.976	4,63%	0,60	0,600108974	1,8	31.584.513	18.804.526
9	69_BB_SUP_AR_(74); Chilcoco	13.109.166	17.333.036	13.872.600	-3.460.436	8,92%	0,80	0,898589022	1,38	12.560.171	10.052.609
10	70_BB_SUP_AR_(CN6); Puel	28.444.302	37.609.266	32.721.202	-4.888.064	10,23%	0,87	1,094309502	5,35	7.029.769	6.116.113
PRECIOS DE SOCIALES											
	Proyecto	Costo	Costo Neto	Beneficio Neto	Valor Neto	TIR (%)	IVAN	N/K	Has	Costo Neto Actualizado	Valor Neto Actualizado
		Directo (\$)	Actualizado	Actualizado	Actualizado				Regadas	vrs. Has Regadas	vrs. Has Regadas
		Obras Civiles	(\$)	(\$)	(\$)					(\$/ha)	(\$/ha)
1	61_BB_SUP_AR_(89); Lenco	63.326.448	91.320.012	117.865.392	26.545.380	9,29%	1,29	0,94	7,5	12.176.002	15.715.386
2	62_BB_SUP_AR_(87); Llak	22.583.116	32.566.022	168.707.837	136.141.815	31,40%	5,18	3,41	4	8.141.505	42.176.959
3	63_BB_SUP_AR_(CN1); Las Puentes	69.639.982	100.424.456	113.435.617	13.011.161	7,55%	1,13	0,81	6,9	14.554.269	16.439.944
4	64_BB_SUP_AR_(CN2); Quiñiquilco	20.745.406	29.915.949	49.257.029	19.341.080	13,24%	1,65	1,12	1,9	15.745.236	25.924.752
5	65_BB_SUP_AR_(CN4); Pu Mapu	21.746.350	31.359.362	55.626.088	24.266.726	14,89%	1,77	1,18	1,3	24.122.586	42.789.299
6	66_BB_SUP_AR_(CN5); Tralka	14.241.234	20.536.596	19.678.009	-858.588	5,50%	0,96	0,65	0,68	30.200.877	28.938.248
7	67_BB_SUP_AR_(84); Locobe	86.803.715	125.175.446	220.656.544	95.481.098	14,58%	1,76	1,17	6,8	18.408.154	32.449.492
8	68_BB_SUP_AR_(77); Melan	42.997.887	62.005.177	73.438.008	11.432.830	8,38%	1,18	0,79	1,8	34.447.321	40.798.893
9	69_BB_SUP_AR_(74); Chilcoco	13.109.166	18.904.095	33.791.446	14.887.350	14,46%	1,79	1,22	1,38	13.698.620	24.486.555
10	70_BB_SUP_AR_(CN6); Puel	28.444.302	41.018.155	87.006.224	45.988.069	16,60%	2,12	1,52	5,35	7.666.945	16.262.846

11.2. Conclusiones Evaluación Económica

De acuerdo con los resultados de las evaluaciones económicas desarrolladas, los proyectos comunitarios que dieron rentables ($TIR > 12\%$ en evaluación privada y $TIR > 6\%$ en evaluación social) fueron los siguientes:

– Precios Privados

Los proyectos rentables a precios privados son los siguientes:

- Proyecto 62_BB_SUP_AR_(87): COMUNIDAD LLAK WAPI LAFKEN (comuna de Arauco): El proyecto consiste en una captación de agua superficial desde un cauce cercano al predio, por un caudal de 6,8 l/s para regar una superficie de 4,03 hectáreas.
- Proyecto 66_BB_SUP_AR_(CN5): COMUNIDAD TRALKA (comuna de Arauco): El proyecto consiste en una captación de agua superficial desde un cauce cercano al predio, por un caudal de 1,3 l/s para regar una superficie de 0,68 hectáreas.
- Proyecto 67_BB_SUP_AR_(84): COMUNIDAD LOCOBE (comuna de Arauco). El proyecto consiste en una captación de agua superficial desde un cauce cercano al predio, por un caudal de 12,5 l/s para regar una superficie de 6,82 hectáreas

El menor costo por hectárea regada corresponde al proyecto 62_BB_SUP_AR_87); Comunidad Llak Lafken (6,7 MM\$/ha), seguido de 70_BB_SUP_AR_(CN6); Comunidad Puel Mapu Anchoñ (7,1 MM\$/ha), mientras que el mayor costo por hectárea corresponde al proyecto 68_BB_SUP_AR_77); Comunidad Menalkenun (30,9 MM\$/ha).

– Precios Sociales

Los 10 proyectos son rentables a precios sociales.

Con relación al costo por ha regada, el menor valor corresponde al proyecto 62_BB_SUP_AR_87); Comunidad Llak Lafken (7,3 MM\$/ha), seguido de 70_BB_SUP_AR_(CN6); Comunidad Puel Mapu Anchoñ (7,8 MM\$/ha)

El mayor costo por hectárea corresponde al proyecto 68_BB_SUP_AR_(77); Menalkenun (33,7 MM\$/ha).

11.2.1. Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad consiste en evaluar económicamente, a precios de mercado y a precios sociales, las siguientes condiciones:

- Retraso de 3 y 5 años en la incorporación de los beneficiarios
- Variación del monto de las inversiones en $\pm 30\%$
- Variación de la tasa de interés en 10% y 14%, para los precios de mercado.
- Variación de la tasa de interés en 4% y 8%, para los precios sociales.
- Variaciones en los márgenes agrícolas en +10% y en -10%

De los resultados de las evaluaciones económicas obtenidos a través del análisis de sensibilidad realizado, se puede señalar que el parámetro que más influye en los resultados es la disminución o aumento de los costos de las obras y, en segundo, lugar se ubica la disminución o aumento de los márgenes agrícolas. El parámetro que menos influye en los resultados de la evaluación económica es el retraso en la incorporación de los beneficiarios.

12. ANÁLISIS AMBIENTAL, DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL Y ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA PARA LOS PROYECTOS COMUNITARIOS

Se desarrolló un análisis ambiental general del área de estudio, y uno específico asociado a los distintos proyectos diseñados como parte del presente estudio.

Los principales contenidos que se desarrollaron fueron los siguientes:

- **Caracterización Ambiental General:** se presenta una caracterización general de los ecosistemas y formaciones vegetacionales existentes en la Provincia de Arauco.
- **Caracterización Ambiental Específica:** ecosistemas y formaciones vegetacionales asociados a las zonas de ubicación de cada uno de los 60 proyectos individuales y de los 10 proyectos comunitarios.

- **Áreas de Sensibilidad Ambiental:** determinación de zonas de restricción ambiental o zonas de riesgo asociadas a los 70 proyectos de riego desarrollados.
- **Análisis de Pertinencia de Ingreso del Proyecto al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).**

De acuerdo con los análisis efectuados, considerando el tipo y escala de las obras o actividades planificadas para cada proyecto de riego, y los requisitos establecidos en la legislación ambiental, es factible concluir que el tipo de obras y los efectos que provocan en el medio ambiente, son de tal naturaleza que no amerita que estas sean testeadas ambientalmente a través de una DIA o de un EIA, por lo que no se contempla su ingreso al SEIA.

13. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

En el desarrollo del estudio se generó información espacializada, tanto primaria como secundaria, a través de la cual se obtuvo un completo sistema de información geográfico de la región, compatible con el SIG de la CNR (ESIIR) y utilizando el software QGIS Desktop Versión 3.0.3.

Las coberturas se generaron en formato shape independientes, compuestos de los elementos gráficos y su espacialización, además de una completa base de datos con la información correspondiente al levantamiento de información y análisis realizados.

La información básica presentada en el SIG ha considerado, entre otros, lo siguiente:

- División político-administrativa
- Ciudades, poblados y comunidades
- Distritos agroclimáticos.
- Uso de suelo.
- Roles de propiedades.
- Clasificación y características agronómicas de los suelos.
- Hidrología superficial.

- Hidrología subterránea.
- Ubicación de acuíferos, ubicación de pozos, etc.
- Caminos y accesos
- Ubicación de los proyectos.

Toda la información contenida en el SIG está en el Datum SIRGAS, Huso 18 y coordenadas UTM.

El SIG consta de todos los shapes bases y generados durante el desarrollo del estudio más el detalle de los 70 proyectos (60 individuales y 10 comunitarios) definitivos con sus respectivas localizaciones.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El principal objetivo del estudio fue contribuir a mejorar las condiciones de producción agrícola de los pequeños agricultores de la región de Los Lagos, a través de la generación de información básica en cuanto a disponibilidad de recursos hídricos superficiales y subterráneos, en cuanto a condiciones para el desarrollo agrícola, y la elaboración de perfiles de proyectos de riego sustentables y con uso de Energías Renovables No Convencionales (ERNC).

Es así como se plantearon proyectos de riego para la pequeña agricultura en forma asociativa, tanto con recursos subterráneos como superficiales, y todos ellos operados con sistemas fotovoltaicos de bajos costos de operación.

A continuación, se presentan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas.

14.1. Conclusiones Generales en el Área de Estudio

En términos generales, para la Provincia de Arauco, región del Biobío, las principales problemáticas existentes para el desarrollo de la agricultura a nivel de pequeños usuarios tienen relación con los siguientes puntos específicos:

a) Disminución de los recursos hídricos:

Producto del cambio climático y de la disminución de los eventos de lluvias, se tiene que en la zona se ha producido una disminución importante de los recursos hídricos disponibles en régimen natural en la época de verano, lo que afecta de manera importante el desarrollo agrícola en aquellas zonas de secano. Lo anterior se ve agravado por la falta de infraestructura de regulación de aguas en la zona.

b) Disponibilidad legal de recursos hídricos superficiales:

En la zona en estudio existe una cantidad importante de derechos de agua del tipo consuntivo, permanente y continuo constituidos, y en menor medida derechos de agua del tipo no consuntivo. Por otro lado, el número de derechos de aguas superficiales en trámite (solicitados) son bastante menores en número que los constituidos.

En ese sentido, tomando en cuenta la suma de los derechos que ya están constituidos más los que están en trámite, podría afectar directamente la disponibilidad legal del recurso superficial en la región, lo que pudiese impedir la ejecución de nuevos proyectos de desarrollo agrícola en la zona.

c) Disponibilidad de Aguas Subterráneas:

De acuerdo con los estudios y análisis efectuados, la disponibilidad de agua subterránea en el área de interés es baja. Consecuente con ello, la mayoría de las captaciones de agua subterránea existentes en la provincia de Arauco son norias y punteras.

d) Costos elevados de Alimentación Eléctrica:

Para el desarrollo de proyectos de riego donde se involucran sistemas de bombeo e impulsión, los elevados costos de la energía eléctrica se transforman en una limitante para su ejecución, debido a la falta de recursos en la mayoría de los regantes para el pago de la operación de dichos sistemas.

Por otro lado, a pesar de que los sistemas de ERNC requieren de una fuerte inversión inicial, los costos de operación para la generación de la energía eléctrica son mínimos. Debido a lo anterior, en todos los proyectos desarrollados se consideró usar sistemas con ERNC (solar).

e) Falta de conocimiento de herramientas de financiamiento:

En la zona estudiada existe falta de conocimiento respecto a las herramientas estatales existentes de apoyo a la pequeña agricultura, junto con los beneficios que pueden ser logrados por los agricultores. Esta falta de conocimiento desarrolla desconfianzas por parte de los regantes para la incorporación de nuevos proyectos de riego.

f) Conflicto mapuche: en la provincia de Arauco, en el último tiempo se han estado produciendo graves conflictos con los pueblos originarios, especialmente en las comunas de Cañete y Tirúa. Lo anterior repercute negativamente en un posible desarrollo futuro de la pequeña agricultura, y de los canales de venta de los productos agrícolas que logren producir.**14.2. Conclusiones Específicas**

Descritas las principales problemáticas, a continuación, se presentan las conclusiones específicas obtenidas del estudio.

- a) En general la recepción del estudio tanto en predios privados como en comunidades es buena. Existe un gran interés por parte de los agricultores, en toda la provincia, por ser beneficiados con proyectos de riego que les permitan afrontar con mayor seguridad los años de sequía.
- b) Con relación al clima en la provincia de Arauco, puede concluirse que en general es óptimo para algunos frutales de hoja caduca y berries. En cuanto a cultivos anuales y hortalizas, en esta zona es posible el cultivo de una amplia gama de especies, tales como trigo, papa, porotos, lechuga y zanahorias, entre otros. Además, las praderas se adaptan favorablemente.
- c) Con relación al cambio climático, se concluye que hacia el año 2050 se produciría un aumento de las temperaturas, los días grados y de la evapotranspiración potencial. En contraposición, entre los parámetros que anotarían descensos figuran las horas frío, las heladas y las precipitaciones. Según lo anterior, algunas especies frutales que actualmente tienen una adaptación media a media-alta en el área de estudio, a futuro podría mejorar su adaptabilidad, al aumentar la cantidad de días-grado, disminuir el número de heladas como también ampliar el período libre de heladas.

- d) Con relación a los suelos en toda la provincia de Arauco, predominan los suelos clases de Capacidad de Uso VII en un 66% del total del área, seguido por suelos VI de Capacidad de Uso en 9,7% del área. Los suelos con potencial de riego entre I y IV de Capacidad d Uso y sin problemas severos de mal drenaje alcanzan sólo el 18,4% del total del área. Independiente de lo anterior, existen suelos VI y VII de Capacidad de Uso que con labores especiales de conservación son factibles de incorporar al riego.
- e) Las intenciones de cultivo con riego serían destinadas esencialmente al autoconsumo, con eventual venta de excedentes. Dentro de los agricultores encuestados, un escaso número de ellos considera destinar los nuevos recursos de agua para riego en frutales o para hortalizas destinadas a la venta. Se debe señalar que incluso, algunos agricultores tienen intensiones de regar especies frutales no adaptadas a la zona de estudio.
- f) En relación con el riego de forrajeras, éste debiera ser considerado sólo desde el punto de vista de aumentar la productividad, con fines de concentrar la superficie destinada a la ganadería, de manera que la superficie que quede disponible sea orientada a especies de mayor rentabilidad. No obstante, siempre existirán agricultores que quieran mantenerse en el rubro, pero con mayor producción.
- g) En relación con el uso actual de los suelos, en condiciones de riego se cultiva básicamente huertas de autoconsumo y una escasa superficie de berries. En seco, las especies de mayor relevancia son papa, huerta casera y praderas para el consumo ganadero. El ganado existente es principalmente bovino con destino tanto para carne como leche. La escasa superficie regada, según los resultados de la encuesta proviene de punteras, vertientes, agua potable y aguas lluvia.
- h) En general los agricultores declaran que las principales restricciones al desarrollo agrícola del área son la disponibilidad de agua, el estado de los caminos, la falta de

asesoría y costo de la energía. En general la infraestructura de riego actual no es suficiente.

- i) Con relación a los mercados, según los resultados de la encuesta, en el caso de las papas, el 74% comercializa entre el 20% y el 85% de la cosecha, destinando el resto a autoconsumo. El rubro de cereales el 61% indicó vender entre el 10% y el 90% de la cosecha, en el predio. En ganadería se comercializa ganado ovino y bovino; en ovinos se constató la venta de corderos, y en bovinos, se destina a la venta tanto de terneros como de novillos de 1 a 2 años, con pesos que fluctúan entre 150 a 350 kilos. En hortalizas, la principal producción es de verduras de hoja en invernadero o huertas caseras, con un 10% de venta de toda la producción en la feria de Arauco. Además, en este mismo rubro, un 48% comercializa entre el 20% y el 90% de la cosecha, puesta en el predio. Finalmente, en frutales, el rubro correspondiente a frutilla es el único con carácter comercial, cuyas transacciones tienen lugar entre los meses de noviembre a mayo, tanto en el predio como en feria de Cañete.
- j) Respecto a la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, a través del análisis de información secundaria, se pudo concluir que, en muchas estaciones de calidad, sólo los parámetros Molibdeno, Mercurio, Boro y Sodio Porcentual están fuera de la Norma Nch 1333 of. 78. Por otro lado, se tomaron 16 muestras de aguas superficiales en 16 sectores donde se desarrollaron los proyectos de riego, siendo el parámetro Sodio Porcentual que resultó fuera de norma en las 16 muestras.
- k) Sobre la base de lo anterior, y para dar respuesta en alguna forma a la problemática planteada, se desarrollaron a nivel de perfil 60 proyectos de riego individuales y 10 comunitarios, con fuentes de agua superficial, subterránea y aguas lluvias. Todos estos proyectos son alimentados con energía eléctrica a través de paneles fotovoltaicos.
- l) En términos generales, los proyectos de riego desarrollados están orientados en la línea de la pobreza; más que proyectos de agricultura son de subsistencia. En ese sentido, la idea fue generar soluciones simples y de bajo costo para los pequeños agricultores. El uso del agua está pensado, además de poder regar chacras y/o

pequeños invernaderos, en agua para animales o incluso para satisfacer las necesidades propias de las personas. En todos los proyectos se hizo uso de energía solar, de modo de bajar los costos de operación del sistema fotovoltaico.

- m) A futuro es esperable que los beneficiarios de este tipo de proyectos continúen con el riego y cultivo de chacras, hortalizas y alimento para el ganado, con algún grado de innovación hacia la introducción de algunos frutales, especialmente berries. Cabe señalar que, si bien casi todas las comunidades presentan actualmente cultivos en riego, ya sea por uso de agua potable o agua de punteras, entre otras fuentes, para efectos del presente proyecto, se contempló que las comunidades incrementen su superficie de riego y no utilizar estos nuevos recursos hídricos para apoyar la actual superficie regada.
- n) Si bien los 10 proyectos comunitarios son independientes entre sí, a modo de resumen en la siguiente tabla se presenta la asignación en situación con proyecto para la totalidad de los proyectos colectivos o de comunidades:

Uso Futuro Total Proyectos colectivos (ha)

Rubro Productivo	Condición Hídrica	Situación Futura	
		ha	%
Cultivos Anuales y Hortalizas			
Huerta Casera o Chacra	Riego	2,17	5,74
Papa	Riego	3,43	9,08
Arveja Verde	Riego	4,84	12,81
Lechuga	Riego	11,48	30,38
Poroto Verde	Riego	9,77	25,85
Zanahoria	Riego	3,36	8,89
Frutales			
Arándano	Riego	0,48	1,27
Manzano	Riego	0,16	0,42
Nogal	Riego	0,48	1,27
Ganadería Bovina	Riego	1,42	3,76
Ganadería Bovina y Ovina	Riego	0,20	0,53
Total		37,79	100,00

- o) Se colocó como meta que los proyectos individuales no debían tener un costo muy alto, estimándose, en lo posible, aproximadamente entre 5 y 8 millones de pesos cada uno. Lo anterior con el objetivo de facilitar el financiamiento de los proyectos y poder

concretar efectivamente su construcción. Los proyectos comunitarios son un caso distinto puesto que tienen mayores requerimientos de agua, y muy probablemente se busque otro tipo de financiamiento.

- p) De acuerdo con lo señalado precedentemente, y con el objetivo de bajar los costos operacionales de los sistemas de energía eléctrica, la totalidad de los proyectos de riego consideraron alimentación eléctrica a través de paneles fotovoltaicos. Para el caso de los proyectos individuales, los costos de los proyectos fotovoltaicos se encuentran comprendidos entre los \$2.200.000 y los \$29.000.000 con potencias eléctricas requeridas de alimentación comprendidas entre los 0,4 kW y los 17 kW. De esta manera, se tiene un costo estimado entre 5,6 millones/kw y 1,7 millones/kw, con un promedio por kW requerido de 3,7 millones de pesos. Para el caso de los proyectos comunitarios, los costos de los proyectos fotovoltaicos se encuentran comprendidos entre los \$2.900.000 y los \$32.000.000 con potencias eléctricas requeridas de alimentación comprendidas entre los 0,8 kW y los 52 kW. De esta manera, se tiene un costo estimado entre 3,6 millones/kw y 0,6 millones/kw, con un promedio por kW requerido de 2,1 millones de pesos
- q) Los costos (directo) por hectárea de los proyectos individuales se encuentran entre los \$3,2 millones/ha y los \$975 millones/ha, siendo la mediana de \$14,3 millones/ha. Los proyectos SCALLS tergiversan los valores ya que a pesar de que son proyectos baratos, el área que riegan es muy pequeña, lo que lleva a que los costos por ha sean muy elevados. Si no se toman en cuenta los costos por ha de los proyectos SCALLS, los costos por ha de los proyectos individuales varían entre \$3,2 millones/ha y los \$118 millones/ha, siendo el promedio de 21,4 millones/ha. Con relación a los proyectos comunitarios, los costos por hectárea varían entre 5 millones y 23 millones, siendo el promedio de 14 millones.

En los siguientes 2 gráficos se resumen los costos (directo) por ha de los proyectos individuales (sin SCALLS) y de los proyectos comunitarios.

Gráfico 14.2-1 Costos/ha vs. Hectáreas Regadas Proyectos Individuales sin SCALLS

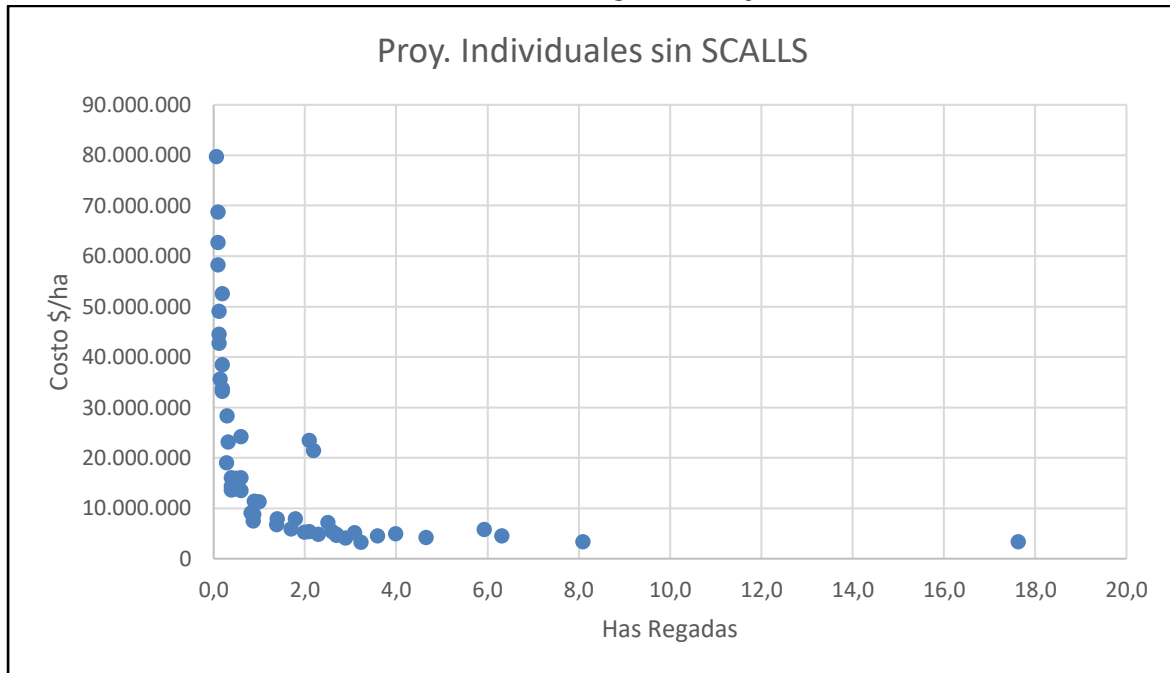
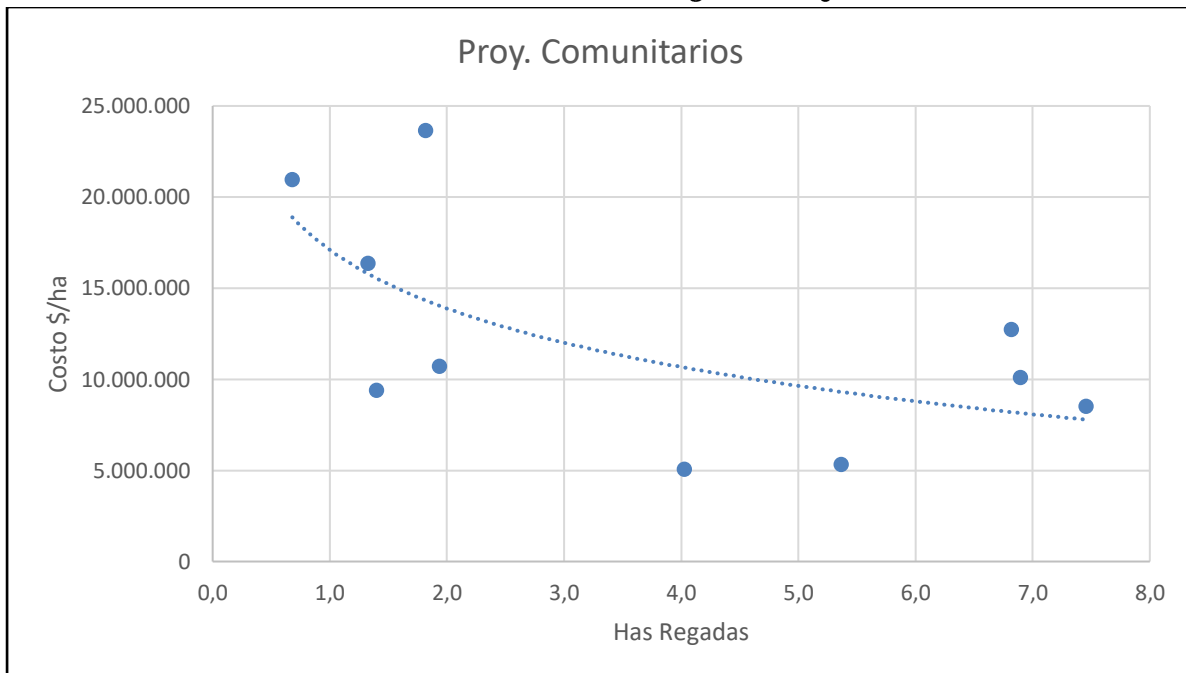


Gráfico 14.2-2 Costos/ha vs. Hectáreas Regadas Proyectos Comunitarios



Comparando ambos gráficos, sucede que, entre 2 y 4 hectáreas regadas, los costos directos por hectárea son relativamente similares.

Los costos antes descritos, incluyen los valores de los equipos fotovoltaicos, pero no la puesta en riego.

- r) Se ha realizado una evaluación económica privada y social de cada uno de los 10 proyectos comunitarios, en forma independiente. A precios privados resultaron rentables sólo 3 proyectos (proyectos 62 (Llak), 66 (Tralka) y 67 (Lacobe), mientras que a precios sociales los 10 proyectos comunitarios resultaron rentables. Se llevó a cabo un análisis de sensibilidad a precios de mercado y a precios sociales. De los resultados obtenidos, el parámetro que más influye en los resultados es la disminución o aumento de los costos de las obras y, en segundo, lugar se ubica la disminución o aumento de los márgenes agrícolas. El parámetro que menos influye en los resultados de la evaluación económica es el retraso en la incorporación de los beneficiarios.
- s) Con relación a los aspectos ambientales de los proyectos, la principal conclusión del estudio ambiental específico desarrollado para los proyectos de riego individuales (60) y comunitarios (10), es que las obras consideradas para dichos proyectos son de una naturaleza y una escala tal, que no generan en el ambiente ninguno de los efectos, características, ni circunstancias, que ameriten ser testeados a través del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- t) En este estudio se ha dado inicio a las solicitudes de 27 derechos de agua superficiales, acordes con los proyectos superficiales elaborados cuyos caudales de diseño fueran mayores a 1 l/s. Se solicitaron derechos de aguas superficiales a todos los proyectos comunitarios y a 17 proyectos individuales que tenían caudales de diseño sobre 1 l/s. el 2 de diciembre de 2020 fueron ingresadas las 27 solicitudes a la gobernación de Arauco; el 15 de diciembre de 2020 se publicaron en los diarios y radios los extractos de las solicitudes y el 29 de diciembre de 2020 fueron ingresadas las publicaciones a la gobernación; no hubo oposiciones.

14.3. Recomendaciones

- a) Debido a la naturaleza de los suelos presentes en el área, los futuros proyectos de riego no debiesen hacer distinción en cuanto a la calidad de éstos. La potencialidad de la agricultura en la zona está dada en aquellos suelos sin problemas severos de mal drenaje y que no estén actualmente forestados. En efecto, gran parte de los agricultores con interés en proyectos de riego, se ubican en áreas con suelos de menor calidad, principalmente comunidades, las cuales por lo general ocupan una gran extensión de suelos de Clases de Capacidad de Uso VI y VII. Al no existir agricultores y/o comunidades ubicadas sobre suelos de mejor calidad y con interés en riego, no es recomendable descartar suelos que con técnicas adecuadas de manejo presentan un potencial desarrollo del riego hacia una agricultura más rentable.
- b) Sería conveniente promover tanto en predios de privados como en comunidades, proyectos de drenaje en conjunto con proyectos de riego, de manera de poder habilitar suelos que actualmente se encuentran saturados y apoyar los cultivos con riego en época estival.
- c) En la zona de estudio, existe una fuerte tendencia al cultivo de especies tradicionales y a la crianza y engorda de ganado, por lo que se recomienda que, en cualquier proyecto de riego, se debiese considerar el apoyo técnico y crediticio tanto por parte de instituciones del Estado como privadas. Esta recomendación tiene que ver con que debido a la tradicionalidad existente en la zona, la única forma de promover un cambio en el patrón productivo y desarrollo de la agricultura en riego, es con un apoyo directo de las entidades estatales y privadas.
- d) Debido a que en la zona de estudio hay un bajo potencial hidrogeológico, y las fuentes de aguas superficiales se encuentran prácticamente agotadas debido al gran cantidad de derechos de aguas superficiales constituidos que existen, se debiera privilegiar, para pequeños proyectos de riego y de subsistencia, fuentes de aguas lluvias (Scalls) y fuentes de aguas subterráneas someras (punteras y norias).

- e) Se recomienda que, para el financiamiento de los proyectos desarrollados, éstos se postulen a los concursos de INDAP, CONADI y de Pequeña Agricultura de la CNR, Fondos Gore y Ley 18.450. Para ello, será necesario una labor de acompañamiento (CNR) a los beneficiarios para que la postulación llegue a buen término. En Conadi el subsidio máximo de \$ 6.000.000 por familia; Indap: subsidio máximo de \$ 8.000.000 por persona individual, y \$ 15.000.000 para persona jurídica; Programa de la pequeña agricultura de la CNR Ley 18.450: subsidio máximo de 400 UF (\$ 12.000.000 aprox.); Ley 18.450 de la CNR (Obras Menores): subsidio máximo de 30.000 UF (900 millones de pesos aprox.)
- f) Se recomienda analizar y estudiar la conveniencia de contar con sistemas de almacenamiento de energía (que en este estudio específico no se contempla), ya que con ello el costo del sistema fotovoltaico podría ser de menor costo, y más seguro en la entrega de la energía.
- g) Con relación al tema de la solicitud de derechos de aguas superficiales, proceso que ya se dio inicio en el presente estudio, y considerando que los agricultores han señalado que no cuentan con recursos financieros para continuar con los trámites asociados a la obtención definitiva del derecho de agua superficial (costo de la inscripción del derecho en el CBR, entre otros), costo que puede elevarse a cifras que van de entre \$ 200.000 y \$ 400.000, aproximadamente, se recomienda conseguir financiamiento con fondos regionales (GORE) o de INDAP por medio del bono legal.