

DIAGNÓSTICO PARA EL REGADÍO DE LA COMUNA DE RÁNQUIL



INFORME FINAL

JUNIO DE 2022

Diagnóstico para el Regadío de la Comuna de Ránquil

Informe Final

REALIZADO POR:



JUNIO 2022



**Mejor Riego
para Chile**

yo
cuido
el agua

Dirigido por:

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Equipo participante:

Gastón Valenzuela Lillo

Coordinador de la Unidad de Estudios

Leonardo Pizarro Fuentes

Norberto Werner Sánchez

Coordinador del Estudio

Javiera Herrera Pérez

Especialista Ambiental y Participación Ciudadana

Patricio Espinoza Caniullán

Especialista Área Geomensura

Felipe Salamanca Picón

Especialista Área Legal

Leonardo Machuca Silva

Cristian Navarrete González

Área Agronómica



**Mejor Riego
para Chile**

yo
cuido
el agua

Elaborado por:

ARRAU INGENIERÍA SpA.

Equipo participante:

Luis Arrau Del Canto

Jefe del Estudio

Francisco Camus

Coordinador del Estudio - Especialista en SIG y Evaluación de Proyectos

Diego Mena Pardo

Especialista Hidráulico

Sandra Pérez Aros

Especialista Hidróloga

María Alegría Calvo

Especialista en Análisis y Evaluación de Recursos Hídricos

Rodrigo Alvear Contreras

Especialista Agrónomo

José Astudillo Henríquez

Especialista en Estudios Agroeconómicos y Desarrollo Agroproductivo

Fernando Valdés Hernández

Abogado Especialista

Patricio Albornoz Briceño

Especialista Geomensor

Pablo Lagos Mella

Autocontrol Topográfico

Claudia Lizana Zapata

Especialista PAC

Catalina Eastman Mendoza

Especialista Ambiental

William Licanqueo Novoa

Ingeniero de Proyecto

Myrna Cortés Paine

Secretaria

Luis Cabrales Lorca

Alarife Autocontrol

Benjamín Espinoza Vásquez

Alarife Autocontrol



**Mejor Riego
para Chile**

yo
cuido
el agua

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1.	Aspectos Generales	1
1.2.	Diagnóstico del Problema y Justificación del Estudio	1
1.3.	Objetivos	2
1.3.1.	Objetivo General	2
1.3.2.	Objetivos Específicos	2
1.4.	Contenidos del Informe	3
2.	RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES	4
2.1.	Generalidades	4
2.2.	Análisis de Estudios Anteriores	4
2.2.1.	Catastro Frutícola Región del Ñuble, Principales Resultados, CIREN – ODEPA, Julio 2019.	4
2.2.2.	Catastro Vitícola Nacional, División de Protección Agrícola y Forestal Subdepartamento de Viñas, Vinos y Bebidas Alcohólicas, SAG 2018.	4
2.2.3.	Atlas Agroclimático de Chile, Estado Actual y Tendencias del Clima, Tomo VI, Regiones del Biobío y la Araucanía, Agrimed - Universidad de Chile, 2017.	5
2.2.4.	Estudio Básico “Plan de Riego en la Cuenca del Itata”. Comisión Nacional de Riego, Universidad de Concepción. 2017.	6
2.2.5.	Diagnóstico del estado actual de los tranques CORA, Regiones del Bío – Bío y Araucanía. Comisión Nacional de riego, Universidad de Concepción. 2017	7
2.2.6.	Atlas del Agua Chile (MOP, 2016)	7
2.2.7.	El cambio climático y los recursos hídricos de Chile (ODEPA, 2016)	8
2.2.8.	Sistematización de Información Hidrogeológica para un Futuro Plan de Gestión de Recursos Hídricos en Cuencas de la Región del Biobío, realizado por División de Estudios y Planificación, SDT Nº 391, DGA 2016	8
2.2.9.	Catastro de Localidades que Cuentan con Sistema de Agua Potable Rural	9
2.2.10.	Plan de Desarrollo Comunal de Ránquil 2016 – 2021 (PLADECO)	10
2.2.11.	Estudio Agrológico de la Región del Biobío, Descripción de Suelos, Materiales y Símbolos, CIREN, 2014.	11
2.2.12.	Estudio Básico Diagnóstico y Análisis de Microtranques Región del Biobío (CNR, 2013)	12
2.2.13.	VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal, INE 2007.	12
2.2.14.	Programa de Organización y Capacitación de Comunidades de Aguas, y Desarrollo de Organizaciones Territoriales en Diversas Regiones del País, CNR, 2006	13
2.2.15.	Plan Regulador Comunal Ránquil	14
2.2.16.	Diagnóstico de Recursos Hídricos en Secano Interior y Costero de la VI a VIII región (CNR, 2003)	15
2.2.17.	Estudio de Síntesis de Catastros de Usuarios de Aguas e Infraestructura de Aprovechamiento, DGA (Dirección General de Aguas), 1991	16
2.2.18.	Estimaciones de demanda de agua y proyecciones futuras. Zona II. Regiones V a XII y Región Metropolitana, DGA (Dirección General de Aguas), 2007	17
2.2.19.	Estudio Hidrogeológico del Secano Interior y Costero. Regiones VI, VII y VIII (INDAP-IIICA), 2001	18
2.2.20.	Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto Construcción Embalses Estacionales de Secano, Provincia De Ñuble, (CNR, 2014)	19
2.3.	Antecedentes Cartográficos y Espaciales de interés en el Área de Estudio	21

3.	DESCRIPCIÓN GENERAL ÁREA DE ESTUDIO	24
3.1.	Ubicación y Sectorización del Área de Estudio	24
3.2.	Antecedentes de Clima y Suelos	25
3.2.1.	Introducción	25
3.2.2.	Descripción Agroclimática del Área de Estudio	25
3.2.3.	Descripción de Suelos	28
3.3.	Zonas Agrícolas y Productividad	35
3.4.	Antecedentes Hidrológicos	43
3.4.1.	Fuentes Consultadas	43
3.4.2.	Relleno de Información Hidrometereológica	43
3.4.3.	Caracterización de las Cuencas en el Área de Estudio	44
3.4.4.	Antecedentes Hidrometereológicos	45
3.5.	Antecedentes Hidrogeológicos	54
3.6.	Población	60
3.7.	Salud, Educación y Servicios	60
3.8.	Caracterización Socioeconómica	61
3.9.	Análisis Ambiental del Área de Estudio	62
3.9.1.	Generalidades	62
3.9.2.	Ecosistemas y Uso del suelo	63
3.9.3.	Vegetación y Flora	64
3.9.4.	Fauna	68
3.9.5.	Áreas protegidas y de valor natural	74
3.10.	Antecedentes de Interés Destacados	75
4.	TRABAJOS DE TERRENO	77
4.1.	Infraestructura de Riego de Agua Superficial	77
4.1.1.	Introducción	77
4.1.2.	Metodología	77
4.1.3.	Catastro de Obras de Captación, Distribución y Acumulación	78
4.1.4.	Catastro Obras de Acumulación	83
4.2.	Infraestructura de Riego de Extracción de Agua Subterránea	87
4.2.1.	Introducción	87
4.2.2.	Metodología	87
4.2.3.	Catastro de Obras de Extracción de Agua Subterránea	87
4.3.	Calidad de Agua Superficial	91
4.3.1.	Antecedentes Generales	91
4.3.2.	Metodología	92
4.3.3.	Resultados	93
4.4.	Campaña de Aforo	95
4.4.1.	Antecedentes Generales	96
4.4.2.	Metodología	96
4.4.3.	Resultados	99

4.5.	Trabajos Topográficos	101
4.5.1.	Poligonal Primaria (GNSS)	102
4.5.2.	Nivelación GNSS	106
4.5.3.	Poligonal Secundaria	110
4.5.4.	Resumen de Coordenadas	113
4.5.5.	Control de Poligonal	113
4.5.6.	Vuelo Fotogramétrico	114
4.5.7.	Apoyo Terrestre	122
4.5.8.	Anexos Topografía	126
4.5.9.	Autocontrol Topográfico	126
4.5.10.	Equipamiento Utilizado	140
4.5.11.	Resumen y Observaciones	141
4.5.12.	Modificaciones Realizadas a Partir de Observaciones	143
5.	ESTUDIO LEGAL	154
5.1.	Antecedentes Generales	154
5.2.	Estudio legal sobre el DAA de propiedad de I. Municipalidad de Ránquil	154
5.3	Alternativas de Captación	154
5.4	Alternativas para Transferir el Dominio o la Mera Tenencia del Derecho de Aprovechamiento de la Municipalidad de Ránquil	155
5.5	Procedimiento para conformar la futura organización de regantes, para gestionar, administrar y distribuir las aguas, y administrar las obras de captación.	155
5.6	Diagnóstico DAA en la Comuna de Ránquil	156
6.	ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	157
6.1.	Introducción	157
6.2.	Análisis de la Zona	157
6.3.	Selección de Alternativas de Solución	159
6.3.1.	Elevaciones desde el río Itata	159
6.3.2.	Alternativas para Sitios Posibles de Embalses	163
6.3.2.	Análisis y priorización de las alternativas	170
7.	DISEÑO Y ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PROYECTOS A NIVEL DE PERFIL	175
7.1.	Introducción	175
7.2.	Antecedentes	175
7.3.	Información Básica	175
7.3.1.	Topografía	175
7.3.2.	Tasas de Riego.	175
7.3.3.	Tasas de Evaporación	176
7.3.4.	Caudales Mensuales en las Cuencas	177
7.3.5.	Curvas de Embalse	178

7.3.6.	Volumen Muerto _____	178
7.4.	Diseños _____	179
7.4.1.	Proyecto Impulsión El Galpón y Otros. _____	179
7.4.2.	Proyecto Impulsión El Barco y Otros _____	183
7.4.3.	Proyecto Impulsión Cementerio, Uvas Blancas y Otros _____	186
7.4.4.	Proyecto Embalse Ránquil _____	189
7.4.5.	Proyecto 5, Embalse Rahuil _____	195
7.4.6.	Proyectos Embalses Batuco Alto y Batuco Bajo _____	198
7.5.	Análisis para el abastecimiento de APRs con los Proyectos de Riego. _____	198
7.6.	Agricultores PRODESAL sin Proyectos de Riego _____	199
7.7.	Proyectos de Elevación _____	199
7.8.	Memorias de Cálculo Hidráulico Proyectos de Impulsión y Resúmenes de los Proyectos _____	201
7.9.	Modificaciones a Proyectos Ránquil _____	202
7.9.1.	Introducción _____	202
7.9.2.	Consideraciones de diseño _____	202
7.9.3.	Proyecto Centro Cementerio _____	204
7.9.4.	Proyecto Alternativo El Barco _____	206
7.9.5.	Proyecto Alternativo Embalse Rahuil _____	209
8.	ANÁLISIS AMBIENTAL, DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL Y ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA _____	214
8.1.	Introducción _____	214
8.2.	Zonas de Restricción Ambiental _____	217
8.2.1.	Sensibilidad Ambiental _____	218
8.2.2.	Zonas de Restricción Ambiental _____	220
8.3.	Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA _____	224
8.3.1.	Análisis Legislación Ambiental _____	224
8.3.2.	Pertinencia de Ingreso _____	227
8.3.3.	Modalidad de Ingreso: Análisis de los Artículos del 5 al 11 del Reglamento del SEIA _____	227
8.4.	Costos Ambientales _____	228
8.5.	Conclusiones _____	230
9.	ESTUDIO AGROECONÓMICO _____	232
9.1.	Caracterización Agroclimática _____	232
9.1.1.	Descripción Agroclimática del Área de Estudio _____	232
9.1.2.	Adaptabilidad Climática de los Cultivos _____	235
9.2.	Estudio de Suelo _____	248
9.2.1.	Metodología _____	248
9.2.2.	Resultados _____	256
9.2.3.	Conclusiones _____	281
9.3.	Sectorización _____	283

9.3.1.	Definición y Alcances	283
9.3.2.	Resultados	283
9.4.	Situación Actual Agropecuaria	284
9.4.1.	Identificación de los Predios y sus Agricultores	284
9.4.2.	Estructura de la Propiedad Agrícola	286
9.4.3.	Encuesta Agropecuaria	288
9.4.4.	Uso del Suelo	327
9.4.5.	Demandas Actuales de Agua para Uso en Riego	337
9.4.6.	Caracterización Económica	352
9.5.	Situación Con Proyecto	356
9.5.1.	Introducción	356
9.5.2.	Caracterización Productiva	356
9.5.3.	Gradualidad de los Cambios Propuestos	372
9.5.4.	Demandas de Agua por Proyecto	377
9.5.5.	Caracterización Económica	383
9.6.	Evaluación Agroeconómica	399
10.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	411
10.1.	Introducción	411
10.2.	Normas de Evaluación	411
10.2.1.	Documentos de Referencia	411
10.2.2.	Método de Evaluación	411
10.2.3.	Indicadores de Rentabilidad	411
10.2.4.	Condiciones de Evaluación	413
10.3.	Costos	413
10.3.1.	Costos de Construcción de las Obras Civiles	413
10.3.2.	Costos Ambientales	414
10.3.3.	Costos de Operación	414
10.3.4.	Beneficios	414
10.4.	Resultados	417
10.5.	Análisis de Sensibilidad	418
11.	PROGRAMA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA	420
11.1.	Introducción	420
11.2.	Eta 1	420
11.2.1.	Introducción	420
11.2.2.	Principales Actores en el Territorio	420
11.2.3.	Reuniones con Actores del Territorio	425
11.2.4.	Visita Inicial a Terreno	434
11.2.5.	Entrevista radial	437
11.3.	Eta 2	438
11.3.1.	Introducción	438
11.3.2.	Encuesta de Conectividad	438

11.3.3. Metodología de Encuentros Etapa 2	441
11.3.4. Reuniones Iniciales	442
11.3.5. Elementos Emergentes	451
11.4. Etapas 3 y 4	453
11.4.1. Introducción	453
11.4.2. Reuniones de Seguimiento	454
11.5. Etapa 5	459
11.5.1. Introducción	459
11.5.2. Metodología Reuniones de Cierre	460
11.5.3. Convocatoria	461
11.5.4. Desarrollo Actividades	461
12. PLATAFORMA SIG	473
12.1. Introducción	473
12.2. Estructura del SIG	473
12.3. Recopilación de Antecedentes SIG	474
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	478

ÍNDICE DE CUADROS INFORME FINAL

Cuadro 2-1: Volúmenes máximos, a rehabilitar, y de embanque con las áreas de riego potencial y factibles y los respectivos costos de rehabilitación para cada provincia	7
Cuadro 2-2: Servicios de APR de la comuna de Ránquil	10
Cuadro 2-3: Antecedentes cartográficos y espaciales	22
Cuadro 3-1: Parámetros agroclimáticos mensuales distrito 8-9-2 Curanilahue	27
Cuadro 3-2: Parámetros agroclimáticos mensuales distrito 7-8-2 Empedrado	28
Cuadro 3-3: Parámetros agroclimáticos mensuales distrito 8-7-3 Cauquenes	28
Cuadro 3-4: Series y clasificaciones de suelo envolvente área de estudio	30
Cuadro 3-5: Series y clasificaciones de suelo envolvente área de estudio, capacidad de uso y aptitudes según variación	31
Cuadro 3-6: Capacidad de uso de suelo envolvente área de estudio	32
Cuadro 3-7: Categoría de riego suelos área de estudio	33
Cuadro 3-8: Clase de drenaje Suelos envolvente área de estudio	33
Cuadro 3-9: Aptitud frutal suelos envolvente área de estudio	34
Cuadro 3-10: Aptitud agrícola y forestal suelos envolvente área de estudio	34
Cuadro 3-11: Erosión actual suelos envolvente área de estudio	35
Cuadro 3-12: Explotaciones agropecuarias con tierra	35
Cuadro 3-13: Resumen de información predial área de estudio año 2007	36
Cuadro 3-14: Superficie agropecuaria área de estudio año 2007	36
Cuadro 3-15: Estructura de cultivos área de estudio año 2007	37

Cuadro 3-16: Superficie plantada vid vinífera área de estudio año 2007	37
Cuadro 3-17: Superficie plantada vid vinífera área de estudio año 2018	38
Cuadro 3-18: Superficie de frutales área de estudio año 2007	39
Cuadro 3-19: Superficie de frutales área de estudio año 2018	39
Cuadro 3-20: Superficie de hortalizas área de estudio año 2007	40
Cuadro 3-21: Superficie de cereales, leguminosas y tubérculos área de estudio año 2007	40
Cuadro 3-22: Existencias pecuarias área de estudio año 2007	41
Cuadro 3-23: Superficie especies forestales área de estudio año 2007	41
Cuadro 3-24: Sistemas de riego utilizados en área de estudio año 2007	42
Cuadro 3-25: Empleo temporal y permanente comuna de Ránquil 2007	42
Cuadro 3-26: Características espaciales de las subsubcuencas	44
Cuadro 3-27: Disponibilidad de QMM en el área de estudio (cantidad de meses con datos al año)	46
Cuadro 3-28: Curva de variación estacional Río Itata Balsa Nueva Aldea (m ³ /s) para el periodo 1989/2019	48
Cuadro 3-29: Disponibilidad de PPM en el área de estudio (cantidad de meses con datos al año)	50
Cuadro 3-30: Disponibilidad de TMM en el área de estudio y estaciones seleccionadas para el relleno (cantidad de meses con dato al año)	53
Cuadro 3-31: Población total y crecimiento poblacional años 2002-2017	60
Cuadro 3-32: Uso de suelo en área de estudio	63
Cuadro 3-33: Listado potencial de flora en el área de estudio	67
Cuadro 3-34: Listado potencial de fauna presente en el área de estudio	68
Cuadro 3-35: Peces y su estado de conservación en la cuenca del río Itata	72
Cuadro 3-36: Insectos acuáticos en la cuenca del río Itata	73
Cuadro 4-1: Descripción por tramos representativos conducción Navas	81
Cuadro 4-2: Descripción por tramos representativos de conducción Batuco	83
Cuadro 4-3: Infraestructura de extracción de aguas subterráneas catastrada	88
Cuadro 4-4: Programación campañas calidad de agua	92
Cuadro 4-5: Puntos de muestreo de calidad de aguas temporada verano	92
Cuadro 4-6: Parámetros in situ calidad de aguas temporada verano	93
Cuadro 4-7: Resultados muestreos de laboratorio	94
Cuadro 4-8: Programación campañas de aforos	96
Cuadro 4-9: Puntos de aforo de cauces	98
Cuadro 4-10: Aforos realizados en la temporada de verano	100
Cuadro 4-11: Rendimientos de aforos realizados en la temporada de verano	100
Cuadro 4-12: Parámetros físico-químicos medidos in situ en temporada de verano	101
Cuadro 4-13: Detalle profesionales asociados al proyecto	102
Cuadro 4-14: Coordenadas red principal	105
Cuadro 4-15: Cierre de figuras GNSS	106
Cuadro 4-16: Nivelación geométrica cerrada	109
Cuadro 4-17: Ajuste de ondulación y cotas ortométricas ajustadas	110
Cuadro 4-18: Coordenadas red secundaria	112
Cuadro 4-19: Cierre de figuras GNSS	112
Cuadro 4-20: Ajuste de ondulación y cotas ortométricas ajustadas	113
Cuadro 4-21: Coordenadas finales	113
Cuadro 4-22: Control interno de poligonal	114
Cuadro 4-23: Precisiones marcas de pre-vuelo	123
Cuadro 4-24: Comparación de modelo digital de superficie y coordenadas obtenidas mediante receptores GNSS, para control altimétrico	125
Cuadro 4-25: Resultados control vértices	128

Cuadro 4-26: Resultados control amarras _____	129
Cuadro 4-27: Resultados poligonal primaria _____	130
Cuadro 4-28: Resultados cierre de figuras _____	131
Cuadro 4-29: Resultados poligonal secundaria _____	132
Cuadro 4-30: Resultados ajuste poligonal secundaria _____	133
Cuadro 4-31: Resultados control poligonal _____	134
Cuadro 4-32: Resultados nivelación GNSS _____	135
Cuadro 4-33: Comparación cota reducida _____	135
Cuadro 4-34: Tolerancia levantamientos y verificación en terreno _____	136
Cuadro 4-35: Resultados verificación en terreno _____	137
Cuadro 4-36: Resultados revisión cartografía _____	138
Cuadro 6-1: Áreas de las cuencas, volumen medio disponible y volumen máximo físico de las alternativas _____	166
Cuadro 6-2: Características físicas de las alternativas y relación agua/muro _____	168
Cuadro 7-1: Tasas de riego a utilizar en el estudio _____	176
Cuadro 7-2: Tasas de evaporación _____	177
Cuadro 7-3: Proyecto de elevación El Galpón _____	180
Cuadro 7-4: Proyecto de elevación El Barco _____	183
Cuadro 7-5: Lista de agricultores proyecto de impulsión cementerio, uvas blancas y otros, 24 ha _____	187
Cuadro 7-6: Costos de elevaciones cotizadas _____	203
Cuadro 7-7: Verificación hidráulica tubería matriz 1 _____	204
Cuadro 7-8: Cubicaciones y Presupuestos Proyecto Alternativo Impulsión Cementerio, Precio Social _____	205
Cuadro 7-9: Verificación hidráulica _____	207
Cuadro 7-10: Proyecto Alternativo El Barco, para 8 ha. Precios Sociales _____	208
Cuadro 7-11: Verificación capacidad tubería matriz _____	211
Cuadro 8-1: Alternativas de proyecto en análisis _____	214
Cuadro 8-2: Importancia ecológica _____	218
Cuadro 8-3: Vulnerabilidad _____	218
Cuadro 8-4: Matriz cálculo sensibilidad _____	219
Cuadro 8-5: Valoración Importancia ecológica _____	219
Cuadro 8-6: Valoración Vulnerabilidad _____	220
Cuadro 8-7: Valoración sensibilidad _____	220
Cuadro 8-8: Descripción zonas de restricción ambiental (ZRA) _____	220
Cuadro 8-9: Análisis de pertinencia de ingreso al SEIA _____	227
Cuadro 8-10: Resumen modalidad de ingreso a SEIA _____	228
Cuadro 8-11: Costos permisos ambientales sectoriales _____	229
Cuadro 8-12: Costos permisos ambientales sectoriales por proyecto _____	230
Cuadro 8-13: Costos de declaraciones de impacto ambiental (DIA) por proyecto _____	230
Cuadro 9-1: Parámetros agroclimáticos mensuales distrito 8-9-2 Curanilahue _____	234
Cuadro 9-2: Parámetros agroclimáticos mensuales distrito 7-8-2 Empedrado _____	235
Cuadro 9-3: Parámetros agroclimáticos mensuales distrito 8-7-3 Cauquenes _____	235
Cuadro 9-4: Adaptabilidad climática de cultivos en la comuna de Ránquil _____	244
Cuadro 9-5: Coordenadas de sitios analizados con calicatas y series de suelos _____	250
Cuadro 9-6: Ficha para caracterización de perfil de suelo _____	255
Cuadro 9-7: Recomendación de especies frutales según contexto agroclimático _____	269
Cuadro 9-8: Cultivos adaptados Asociación Cauquenes _____	271
Cuadro 9-9: Cultivos adaptados a valles Asociación Treguaco _____	272
Cuadro 9-10: Cultivos adaptados a laderas Asociación Treguaco _____	272
Cuadro 9-11: Cultivos adaptados Asociación Copiulemu _____	274

Cuadro 9-12: Cultivos adaptados Serie Ninhue _____	275
Cuadro 9-13: Cultivos moderadamente adaptados Serie Ninhue _____	275
Cuadro 9-14: Cultivos adaptados Serie Arenales _____	276
Cuadro 9-15: Cultivos adaptados Serie Llahuén (planicie) _____	277
Cuadro 9-16: Cultivos moderadamente adaptados Serie Llahuén (laderas) _____	278
Cuadro 9-17: Cultivos adaptados Serie Confluencia (planicie) _____	279
Cuadro 9-18: Cultivos moderadamente adaptados Serie Confluencia (laderas) _____	279
Cuadro 9-19: Cultivos adaptados terrazas aluviales (cercanía cauces) _____	281
Cuadro 9-20: Cultivos moderadamente adaptados terrazas aluviales (distancia cauces) _____	281
Cuadro 9-21: Predios por estrato área de estudio según CIREN-SII _____	287
Cuadro 9-22: Predios por estrato área de estudio según PRODESAL _____	287
Cuadro 9-23: Cantidad de encuestas realizadas y representatividad por estrato y sector en área de estudio _____	289
Cuadro 9-24: Tenencia de la tierra _____	290
Cuadro 9-25: Tipo de superficie agrícola (ha) _____	292
Cuadro 9-26: Superficie cultivada _____	294
Cuadro 9-27: Superficie cultivada área de estudio _____	295
Cuadro 9-28: Superficie por métodos de riego _____	297
Cuadro 9-29: Superficie por cultivo y métodos de riego _____	298
Cuadro 9-30: Conocimiento de métodos de riego _____	300
Cuadro 9-31: Distribución superficie vid vinífera _____	301
Cuadro 9-32: Distribución de cepas de vid vinífera en seco _____	301
Cuadro 9-33: Fuentes de abastecimiento de agua para riego _____	302
Cuadro 9-34: Condición de regularización para disponibilidad de fuentes de agua _____	303
Cuadro 9-35: Porcentaje de regularización de derechos y fuentes de aprovechamiento de agua _____	303
Cuadro 9-36: Disponibilidad de agua para riego permanente durante el año _____	304
Cuadro 9-37: Extracción de agua para riego durante todo el año _____	305
Cuadro 9-38: Satisfacción de las necesidades de riego con la disponibilidad de agua actual _____	305
Cuadro 9-39: Relación de venta y autoconsumo de la producción _____	306
Cuadro 9-40: Índice de actividad ganadera _____	307
Cuadro 9-41: Mano de obra permanente _____	310
Cuadro 9-42: Jornadas de Mano de obra eventual _____	311
Cuadro 9-43: Uso de sistema de acumulación de agua para riego _____	312
Cuadro 9-44: Tenencia de acumuladores de agua para riego _____	313
Cuadro 9-45: Tipo de acumuladores de riego utilizados en área de estudio _____	314
Cuadro 9-46: Frecuencia por ámbitos asociados a nivel tecnológico en usuarios con cultivos _____	315
Cuadro 9-47: Frecuencia por ámbitos asociados a nivel tecnológico en usuarios con frutales _____	316
Cuadro 9-48: Frecuencia por ámbitos asociados a nivel tecnológico en agricultores con uso de praderas _____	317
Cuadro 9-49: Frecuencia por ámbitos asociados a nivel tecnológico en usuarios con ganado _____	318
Cuadro 9-50: Frecuencia de intenciones de cultivo futuro _____	319
Cuadro 9-51: Interés en proyectos de riego _____	320
Cuadro 9-52: Prioridad por tipo de proyecto _____	321
Cuadro 9-53: Frecuencia de las restricciones al desarrollo _____	323
Cuadro 9-54: Uso del suelo Situación Actual predios promedio – Zona 1 _____	329
Cuadro 9-55: Uso del suelo Situación Actual predios promedio – Zona 2 _____	330
Cuadro 9-56: Uso del suelo Situación Actual predios expandidos –usuarios PRODESAL Zona 1 _____	331
Cuadro 9-57: Uso del suelo Situación Actual predios expandidos –usuarios PRODESAL Zona 2 _____	332
Cuadro 9-58: Uso del suelo Situación Actual total usuarios PRODESAL _____	333
Cuadro 9-59: Uso del suelo Situación Actual predios expandidos –total pedios Zona 1 _____	334

Cuadro 9-60: Uso del suelo Situación Actual predios expandidos –total predios Zona 2	335
Cuadro 9-61: Uso del suelo Situación Actual total comuna Ránquil	336
Cuadro 9-62: Evapotranspiración potencial (mm/mes)	337
Cuadro 9-63: Coeficientes de cultivo Kc	338
Cuadro 9-64: Evapotranspiración real (mm/mes) Zona 1	338
Cuadro 9-65: Evapotranspiración real (mm/mes) Zona 2	339
Cuadro 9-66: Precipitación media y efectiva (mm/mes)	339
Cuadro 9-67: Demanda neta de agua por rubro (mm/mes) Zona 1	340
Cuadro 9-68: Demanda neta de agua por rubro (mm/mes) Zona 2	341
Cuadro 9-69: Eficiencias de riego por método utilizadas en el área de estudio	341
Cuadro 9-70: Eficiencia de riego ponderada Situación Actual	341
Cuadro 9-71: Tasas de riego Situación Actual (m ³ /ha/mes) Zona 1	343
Cuadro 9-72: Tasas de riego situación actual (m ³ /ha/mes) Zona 2	344
Cuadro 9-73: Demanda bruta actual (m ³ /mes) y tasa de riego ponderada (m ³ /ha/mes) usuarios PRODESAL - Zona 1	347
Cuadro 9-74: Demanda bruta actual (m ³ /mes) y tasa de riego ponderada (m ³ /ha/mes) usuarios PRODESAL - Zona 2	348
Cuadro 9-75: Demanda bruta actual (m ³ /mes) y tasa de riego ponderada (m ³ /ha/mes) total predios - Zona 1	349
Cuadro 9-76: Demanda bruta actual (m ³ /mes) y tasa de riego ponderada (m ³ /ha/mes) total predios - Zona 2	350
Cuadro 9-77: Resumen demandas brutas actuales área de estudio (m ³ /mes)	351
Cuadro 9-78: Resumen tasas de riego ponderada actuales área de estudio (m ³ /ha/mes)	351
Cuadro 9-79: Tasas de riego ponderada actuales estratos prediales (m ³ /ha/mes)	351
Cuadro 9-80: Ingreso, costo directo y margen bruto por hectárea de rubros productivos Situación Actual (Precios abril 2021)	354
Cuadro 9-81: Comparación parámetros productivos de cultivo entre Situación Actual y Situación Con Proyecto	363
Cuadro 9-82: Comparación estructura de cultivos por estrato (%)	365
Cuadro 9-83: Resumen estratificación predial proyectos	366
Cuadro 9-84: Uso del suelo actual y con proyecto 1. Cementerio y otros	367
Cuadro 9-85: Uso del suelo actual y con proyecto 2. El Barco y otros	368
Cuadro 9-86: Uso del suelo actual y con proyecto 3. El Galpón	369
Cuadro 9-87: Uso del suelo actual y con proyecto 4. Embalse Ránquil	370
Cuadro 9-88: Uso del suelo actual y con proyecto 5. Embalse Rahuill	371
Cuadro 9-89: Grado de estabilización de los márgenes brutos especies anuales y frutales existentes	372
Cuadro 9-90: Demanda bruta total 1. Cementerio y otros	378
Cuadro 9-91: Demanda bruta total 2. El Barco y otros	379
Cuadro 9-92: Demanda bruta total 3. El Galpón	380
Cuadro 9-93: Demanda bruta total 4. Embalse Ránquil	381
Cuadro 9-94: Demanda bruta total 5. Embalse Rahuill	382
Cuadro 9-95: Comparación margen bruto por hectárea de rubros productivos Situación Actual vs Situación Con Proyecto (precios a abril de 2021)	385
Cuadro 9-96: Inversión y costos promedio por hectárea riego por cintas	388
Cuadro 9-97: Inversión y costos promedio por hectárea riego por goteo	390
Cuadro 9-98: Inversión y costos promedio por hectárea riego por aspersión	391
Cuadro 9-99: Costos por hectárea de riego tecnificado	393
Cuadro 9-100: Inversión y costos en infraestructura de invernaderos	394
Cuadro 9-101: Costo unitario ítems programa de asistencia técnica y transferencia tecnológica - Situación Con Proyecto	398
Cuadro 9-102: Valores de Ky utilizados	400

Cuadro 9-103: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos 1. Cementerio - precios de mercado	401
Cuadro 9-104: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos 2. El Barco - precios de mercado	402
Cuadro 9-105: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos 3. El Galpón - precios de mercado	403
Cuadro 9-106: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos 4. Ránquil - precios de mercado	404
Cuadro 9-107: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos 5. Rahuil - precios de mercado	405
Cuadro 9-108: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos 1. Cementerio - precios sociales	406
Cuadro 9-109: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos 2. El Barco - precios sociales	407
Cuadro 9-110: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos 3. El Galpón - precios sociales	408
Cuadro 9-111: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos 4. Ránquil - precios sociales	409
Cuadro 9-112: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos 5. Rahuil - precios sociales	410
Cuadro 10-1: Costos proyectos	413
Cuadro 10-2: Costos ambientales	414
Cuadro 10-3: Beneficios agrícolas a precios privados	415
Cuadro 10-4: Beneficios agrícolas a precios sociales	416
Cuadro 10-5: Valor residual	417
Cuadro 10-6: Resultados evaluación económica	418
Cuadro 10-7: Análisis de sensibilidad	419
Cuadro 11-1: Actores Identificados	421
Cuadro 11-2: Asistentes reunión CRR	426
Cuadro 11-3: Asistentes reunión concejo municipal	428
Cuadro 11-4: Asistentes reunión oficina CNR Ñuble	430
Cuadro 11-5: Asistentes reunión PRODESAL	431
Cuadro 11-6: Asistentes reunión AVGC	434
Cuadro 11-7: Puntos Visitados 3 de diciembre de 2020	436
Cuadro 11-8: Programa reuniones iniciales	442
Cuadro 11-9: Relación demanda y disponibilidad de agua en localidades rurales de Ránquil	453
Cuadro 11-10: Actividades Participación Ciudadana Etapa 5	460
Cuadro 11-11: Programa Reunión Equipo PRODESAL Municipalidad Ránquil	462
Cuadro 12-1: Capas temáticas del SIG del estudio	473
Cuadro 12-2: Estructura SIG	474

ÍNDICE DE FIGURAS INFORME FINAL

Figura 2-1: Ubicación APR comuna de Ránquil	9
Figura 2-2: Extracto del diagrama unifilar del río Itata, sector en estudio	17
Figura 2-3: Ejemplo de presa homogéneamente zonada	21
Figura 3-1: Comuna de Ránquil	24
Figura 3-2: Sectorización área de estudio	25
Figura 3-3: Distritos agroclimáticos presentes en el área de estudio	26
Figura 3-4: Series de suelos presentes en el área de estudio	29
Figura 3-5: Subsubcuencas presentes en el área de estudio	45
Figura 3-6: Estaciones fluviométricas presentes en el área de estudio	46
Figura 3-7: Curva de variación estacional Rio Itata Balsa Nueva Aldea periodo 1989/2019	48
Figura 3-8: Estaciones pluviométricas presentes en el área de estudio	49
Figura 3-9: Precipitaciones promedio a lo largo de rio Itata y afluentes	51
Figura 3-10: Precipitaciones promedio a lo largo de rio Ñuble y afluentes	51

Figura 3-11: Estaciones de temperatura presentes en el área de estudio	52
Figura 3-12: Unidades geomorfológicas y morfológicas en la comuna de Ránquil	55
Figura 3-13: Subacuíferos del río Itata Bajo y ubicación de observaciones de distintos estudios: Pozos APR DGA, 2019; Perfiles SEV y estratigrafías Aquaterra, 2013; Pozos niveles piezométricos Aqualogy Medioambiente, 2011; Prospecciones Geofísicas GEO-SAFE & RHYMA Ingeniería, 2018.	56
Figura 3-14: Perfil hidrogeológico	57
Figura 3-15: Perfil geofísico de la localidad de Checura, Ránquil	58
Figura 3-16: Catastro de uso de suelo y vegetación en área de estudio	64
Figura 3-17: Formaciones y pisos vegetacionales en el área de estudio	66
Figura 3-18: Áreas protegidas y de valor natural presentes en el área de estudio	74
Figura 4-1: Ubicación espacial conducción Navas	80
Figura 4-2: Ubicación espacial conducción Batuco	82
Figura 4-3: Ubicación espacial tranque sector La Raya	84
Figura 4-4: Ubicación espacial tranque sector El Quilo	86
Figura 4-5: Catastro infraestructura subterránea	90
Figura 4-6: Puntos de muestreo de calidad de agua	93
Figura 4-7: Esquema de medición de caudales con molinete	97
Figura 4-8: Puntos de aforo de cauces	99
Figura 4-9: Organigrama	101
Figura 4-10: Formato de entrega datos GNSS	102
Figura 4-11: Celda a reemplazar en archivo Rinex vértice Vita	103
Figura 4-12: Certificado de coordenadas vértice Vita	104
Figura 4-13: Poligonal principal	105
Figura 4-14: Certificado de pilares de nivelación	107
Figura 4-15: Línea de traslado de cota geométrica	108
Figura 4-16: Poligonal secundaria	111
Figura 4-17: Sistemas GNSS e inerciales, y retornos de los pulsos Lidar	115
Figura 4-18: Líneas de vuelo	116
Figura 4-19: Coberturas de captura	116
Figura 4-20: Clasificación automática de puntos en terreno y no terreno	118
Figura 4-21: Modelo digital de terreno o DTM sector Ránquil	119
Figura 4-22: Orto imagen	120
Figura 4-23: Curvas de nivel	121
Figura 4-24: Planimetría asociada a curvas de nivel	122
Figura 4-25: Distribución puntos de apoyo fotogramétricos	123
Figura 4-26: Comparación de marcas de pre-vuelo de control y coordenadas obtenidas mediante receptores GNSS	124
Figura 4-27: Ubicación zona proyecto	127
Figura 4-28: Poligonal primaria	129
Figura 4-29: Certificado SIRGAS	130
Figura 4-30: Poligonal secundaria	132
Figura 4-31: Poligonal secundaria	136
Figura 4-32: Imagen que muestra la falta de información.	138
Figura 4-33: Imagen que muestra la falta de información de O. A y Quebradas	139
Figura 4-34: Quebradas cruzan caminos	139
Figura 4-35: Curvas y acotado sobre construcciones	140
Figura 4-36: Equipos GNSS Spectra	141
Figura 4-37: Cálculo de nivelación GNSS	142

Figura 6-1: Ubicación potenciales obras de acumulación	159
Figura 6-2: Ubicación agricultores PRODESAL en comuna de Ránquil	160
Figura 6-3: Ubicación proyectos de impulsión seleccionados para análisis.	163
Figura 6-4: Superficies de inundación para 18 sitios de embalse preseleccionados	164
Figura 6-5: Ubicación de 6 alternativas de embalses seleccionadas	173
Figura 7-1: Proyecto impulsión El Galpón y zona de riego	181
Figura 7-2: Cámara tipo para las entregas de agua (para todos los proyectos)	182
Figura 7-3: Proyecto de Impulsión El Barco y Zona de Riego	185
Figura 7-4: Proyecto de impulsión Cementerio, Uvas Blancas y Otros	189
Figura 7-5: Proyecto embalse Ránquil	190
Figura 7-6: Proyecto Embalse Rahuil	196
Figura 7-7: Características del proyecto	206
Figura 7-8: Planta proyecto original embalse Rahuil	209
Figura 7-9: Área de riego de Rahuil	210
Figura 7-10: Sectores de riego posibles planteados para Rahuil	212
Figura 7-11: Planta proyecto embalse Rahuil alternativo	213
Figura 8-1: Ubicación de proyectos en análisis	215
Figura 8-2: Ubicación de proyecto Embalse Ránquil	216
Figura 8-3: Ubicación de proyectos Embalse Rahuil	216
Figura 8-4: Ubicación de proyectos de Impulsión	217
Figura 8-5: Zonas de restricción ambiental proyecto Impulsión Cementerio Uvas Blancas y Otros (Zona 1)	222
Figura 8-6: Zonas de restricción ambiental proyecto Impulsión El Barco y Otros (Zona 1)	222
Figura 8-7: Zonas de restricción ambiental proyecto Impulsión El Galpón y Otros (Zona 1)	223
Figura 8-8: Zonas de restricción ambiental Proyecto Embalse Ránquil (Zona 2)	223
Figura 8-9: Zonas de restricción ambiental proyecto Embalse Rahuil (Zona 2)	224
Figura 9-1: Distritos agroclimáticos presentes en el área de estudio	233
Figura 9-2: Ubicación de sitios analizados en calcatas y series de suelo en área de estudio	249
Figura 9-3: Puntos de muestreo, series de suelo y distritos agroclimáticos presentes en el área de estudio	267
Figura 9-4: Sectorización del área de estudio	284
Figura 9-5: Ubicación geográfica agricultores PRODESAL.	285
Figura 11-1: Grupos de Actores Considerados	421
Figura 11-2: Puntos Visitados 3 de diciembre de 2020	435
Figura 11-3: Teléfono móvil y señal telefónica	439
Figura 11-4: Internet móvil e internet residencial	439
Figura 11-5: Uso Whatsapp y correo electrónico	440
Figura 11-6: Uso zoom y participación anterior en reuniones virtuales	440
Figura 11-7: Ubicación APR Comuna de Ránquil	452
Figura 11-8: Fotografías reunión con DGA	456
Figura 11-9: Fotografías reunión con Municipio	457
Figura 11-10: Fotografías Segunda Reunión con Municipalidad	458
Figura 11-11: Esquema Actividades PAC Etapa 5	460
Figura 11-12: Registro Reunión Virtual Equipo PRODESAL Municipalidad de Ránquil	463
Figura 11-13: Registro Visual Consejo Municipal Ránquil	464
Figura 11-14. Imágenes de la actividad.	467
Figura 11-15. Imágenes de la actividad.	469
Figura 11-16. Imágenes de la actividad.	472
Figura 12-1. Disposición de contenidos panel de capas	477

ÍNDICE DE GRÁFICOS INFORME FINAL

Gráfico 3-1: Porcentaje de trabajadores por rubro principales rubros económicos según comuna _____	62
Gráfico 7-1: Curva de costos de elevación _____	203
Gráfico 9-1: Curvas logísticas ingreso y costo Cerezo _____	373
Gráfico 9-2: Curvas logísticas ingreso y costo Huerto Frutal _____	373
Gráfico 9-3: Curvas logísticas ingreso y costo Limonero _____	374
Gráfico 9-4: Curvas logísticas ingreso y costo Nogal _____	374
Gráfico 9-5: Curvas logísticas ingreso y costo Olivo _____	375
Gráfico 9-6: Curvas logísticas ingreso y costo Otros Frutales _____	375
Gráfico 9-7: Curvas logísticas ingreso y costo Palto _____	376
Gráfico 9-8: Curvas logísticas ingreso y costo Arándano _____	376
Gráfico 9-9: Curvas logísticas ingreso y costo Avellano europeo _____	377
Gráfico 9-10: Curvas logísticas ingreso y costo Almendro _____	377

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS INFORME FINAL

Fotografía 4-1: Conducción Navas _____	80
Fotografía 4-2: Conducción Agua Fina Batuco _____	83
Fotografía 4-3: Tranque sector La Raya _____	85
Fotografía 4-4: Tranque sector El Quilo _____	86
Fotografía 9-1: Cultivo de vid en secano, sector San Agustín _____	237
Fotografía 9-2: Cultivo de palto, sector Romerillo _____	237
Fotografía 9-3: Cultivo de palto, sector Romerillo _____	238
Fotografía 9-4: Cultivo de frutilla, sector El Calabozo _____	239
Fotografía 9-5: Cultivo de cerezo, sector Romerillo _____	239
Fotografía 9-6: Confección manual de calicatas _____	251
Fotografía 9-7: Toma de datos paramétricos de caracterización in situ _____	251
Fotografía 9-8: Entorno paisajístico punto de caracterización N° 2 _____	252
Fotografía 9-9: Perfil de suelo N°4 _____	253
Fotografía 11-1: Medio de verificación reunión CRR. _____	426
Fotografía 11-2: Fotografía reunión concejo municipal _____	429
Fotografía 11-3: Mosaico fotografías reunión PRODESAL _____	432
Fotografía 11-4: Imagen reunión AVGC _____	434
Fotografía 11-5: Mosaico visita a terreno _____	437
Fotografía 11-6: Encuentros Zona 1 _____	445
Fotografía 11-7: Encuentros Zona 2 _____	447
Fotografía 11-8: Encuentro PRODESAL _____	448
Fotografía 11-9: Encuentro SIMOL _____	449
Fotografía 11-10: Reunión SIMOL _____	451
Fotografía 11-11: Entrega de Invitaciones Presencial Reunión Cierre Comunidad _____	461

ÍNDICE DE ANEXOS INFORME FINAL

Anexos	Contenido
Anexo 3-1	Antecedentes Hidrológicos
Anexo 4-1	Fichas Catastro de Obras
Anexo 4-2	Registro Fotográfico Catastro de Obras
Anexo 4-3	Encuestas Catastro Obras Subterráneas
Anexo 4-4	Planilla Respuestas Encuestas Obras Subterráneas
Anexo 4-5	Fotografías Catastro Obras Subterráneas
Anexo 4-6	Informe Laboratorio Calidad Agua
Anexo 4-7	Fotografías Muestreo Calidad de Agua
Anexo 4-8	Fichas Aforos
Anexo 4-9	Fotografías Aforos
Anexo 4-10	Planilla de Cálculo Aforos
Anexo 4-11	Anexos Topografía
Anexo 4-12	Anexos LIDAR
Anexo 4-13	Autocontrol
Anexo 5-1	DAA Municipalidad
Anexo 5-2	DAA Ránquil
Anexo 6-1	Curvas de Embalse 32 Alternativas vf
Anexo 7-1	Lista Agricultores Prodesal Comuna de Ránquil
Anexo 7-1-1	Lista Agricultores Prodesal actualizada al 20 octubre 2021
Anexo 7-2	Precipitaciones en Nueva Aldea y Rafael
Anexo 7-3	Precipitaciones sobre Cuenca de Ránquil, Ránquil y Batuco
Anexo 7-4	Determinación de los Caudales Mensuales Afluentes Embalse Ránquil
Anexo 7-5	Determinación de los Caudales Mensuales Afluentes a Embalse Ránquil
Anexo 7-6	Determinación de los Caudales Mensuales Afluentes Emb. Batuco Alto
Anexo 7-7	Determinación de los Caudales Mensuales Afluentes Emb. Batuco Bajo
Anexo 7-8	Curvas de Embalse 7 Sitios
Anexo 7-9	Lista de Agricultores y sus Antecedentes beneficiarios Proyecto Impulsión El Galpón
Anexo 7-10	Planta de Proyecto El Galpón en PDF
Anexo 7-11	Cubicaciones y Presupuesto Proyecto Impulsión El Galpón
Anexo 7-11-1	Cubicaciones y Presupuesto Proyecto Impulsión El Galpón, precios sociales
Anexo 7-12	Lista de Agricultores y sus Antecedentes beneficiarios Proyecto Impulsión El Barco y Otros
Anexo 7-13	Planta Proyecto El Barco en PDF
Anexo 7-14	Cubicaciones y Presupuestos Proyecto Impulsión El Barco y Otros
Anexo 7-14-1	Cubicaciones y Presupuestos Proyecto Impulsión El Barco y Otros, precios sociales
Anexo 7-15	Lista de Agricultores y sus Antecedentes beneficiarios Proyecto Impulsión Cementerio, Uvas Blancas y Otros
Anexo 7-16	Planta Proyecto Cementerio en PDF
Anexo 7-17	Cubicaciones y Presupuestos Proyecto Impulsión Centro Cementerio, Uvas Blancas y Otros, precios privados

ÍNDICE DE ANEXOS INFORME FINAL

Anexos	Contenido
Anexo 7-17-1	Cubicaciones y Presupuestos Proyecto Impulsión Centro Cementerio, Uvas Blancas y Otros, precios sociales
Anexo 7-18	Lista de Agricultores y sus Antecedentes, Proyecto Embalse. Ranquil
Anexo 7-19	Modelo de Simulación Embalse Ranquil, 291 ha
Anexo 7-19-1	Modelo de Simulación Embalse Ranquil, 493 ha
Anexo 7-20	Determinación Diámetros Sistema Distribución Embalse Ranquil
Anexo 7-21	Planta Proyecto Embalse Ranquil en PDF
Anexo 7-22	Planos de Obras del Proyecto Embalse Ranquil
Anexo 7-23	Cubicaciones y Presupuestos Proyecto Embalse Ranquil, pp, 493 ha
Anexo 7-23-1	Cubicaciones y Presupuestos Sist. Entregas Embalse Ranquil, pp, 299 ha
Anexo 7-23-2	Cubicaciones y Presupuestos Proyecto Embalse Ranquil, pp, 299 ha
Anexo 7-23-3	Cubicaciones y Presupuestos Proyecto Embalse Ranquil, ps, 493 ha
Anexo 7-23-4	Cubicaciones y Presupuestos Sist. Entregas Embalse Ranquil, ps, 299 ha
Anexo 7-23-5	Cubicaciones y Presupuestos Proyecto 4, Embalse Ranquil, ps, 299 ha
Anexo 7-24	Lista de Agricultores y sus Antecedentes, Proyecto Embalse Rahuil
Anexo 7.25	Modelo de Simulación Proyecto Embalse Rahuil
Anexo 7-24-1	Planta Proyecto Embalse Rahuil en PDF
Anexo 7-26	Determinación Diámetros Sistema Embalse Rahuil
Anexo 7.27	Planta Proyecto Embalse Rahuil en PDF
Anexo 7-28	Planos de Obras del Proyecto Embalse Rahuil
Anexo 7-29	Cubicaciones y Presupuestos Proyecto Embalse Rahuil, pp
Anexo 7-29-1	Cubicaciones y Presupuestos Sistema Entregas, Embalse Rahuil, pp
Anexo 7-29-2	Cubicaciones y Presupuestos Proyecto Embalse Rahuil, ps
Anexo 7-29-3	Cubicaciones y Presupuestos Sistema Entregas, Embalse Rahuil, ps
Anexo 7-30	Modelo de Simulación Embalse Batuco Alto
Anexo 7-31	Modelo de Simulación Embalse Batuco Bajo
Anexo 7-32	Lista de Agricultores Proyectos Batuco Alto y Bajo
Anexo 7-33	Planos de Obras Embalses Batuco Alto y Bajo
Anexo 7-34	Cubicaciones y Presupuestos Proyectos Embalses Batuco Alto y Bajo
Anexo 7-35	Factibilidad de Entregas de APRS
Anexo 7-36	Lista de Agricultores sin Solución
Anexo 7-37	Equipos sistema impulsión Proyecto El Galpón
Anexo 7-38	Equipos sistema impulsión Proyecto El Barco y Otros
Anexo 7-39	Equipos sistema impulsión Proyecto Cementerio, Uvas Blancas y Otros
Anexo 7-39-1	Características de los Equipos Impulsión Cementerio
Anexo 7-40	Equipos sistema impulsión desde estanque a Derivado 1 Embalse Rahuil
Anexo 7-41	Equipos sistema impulsión desde estanque a Matriz 2 Embalse Rahuil
Anexo 7-42	Equipos sistema impulsión directa desde Embalse Rahuil a zona alta
Anexo 7-43	Equipos sistema impulsión directa desde Embalse Rahuil a 2 regantes

ÍNDICE DE ANEXOS INFORME FINAL

Anexos	Contenido
Anexo 7-44	Memoria de Cálculos Hidráulicos tuberías proyectos de impulsión
Anexo 7-45	Resumen Proyecto Impulsión El Galpón y Otros
Anexo 7-46	Resumen Proyecto Impulsión El Barco y Otros
Anexo 7-47	Resumen Proyecto Impulsión Cementerio, Uvas Blancas y Otros
Anexo 7-48	Resumen Proyecto Embalse Ranquil
Anexo 7-49	Resumen Proyecto Embalse Rahuil
Anexo 7-50	Análisis de Frecuencia Precipitaciones de 24 hrs
Anexo 7-51	Hidrología de Crecidas y Diseños By Pass y Vertedero
Anexo 7-52	Proyectos Alternativos
Anexo 8-1	Base Costos Ambientales
Anexo 9-1	Pauta Descripción de Perfiles de Suelo
Anexo 9-2	Fotos caracterización 20 calicatas
Anexo 9-3	Resultados de laboratorio 20 sitios
Anexo 9-4	Fichas suelos 20 sitios
Anexo 9-5	Asociaciones y Series presentes CIREN 2014
Anexo 9-6	Adaptabilidad Agrológica de Especies
Anexo 9-7	Categorización Uso y Aptitudes de Suelos CIREN 2014
Anexo 9-8	Listado PRODESAL_v2
Anexo 9-9	Roles CIREN-SII
Anexo 9-10	Encuesta Simple Ránquil
Anexo 9-11	Sistematización Encuesta Agropecuaria
Anexo 9-12	Fichas Técnicas Ranquil
Anexo 9-13	Demandas Proyectos
Anexo 9-14	Flujos Agroeconómicos
Anexo 10-1	Evaluación Económica
Anexo 11-1	Organizaciones territoriales
Anexo 11-2	Uniones comunales
Anexo 11-3	Organizaciones funcionales
Anexo 11-4	Lista empresas
Anexo 11-5	PPT Reunión CRR (26-11-11)
Anexo 11-6	Sistematización Reunión Servicios Públicos
Anexo 11-7	Sistematización Reunión Consejo Municipal
Anexo 11-8	PPT Reunión CNR (10-11-11) V2
Anexo 11-9	Protocolo Actividades Terreno CNR - COVID-19
Anexo 11-10	Lista asistencia PRODESAL
Anexo 11-11	Declaración jurada PRODESAL
Anexo 11-12	Sistematización Reunión PRODESAL
Anexo 11-13	Sistematización Reunión AVGC
Anexo 11-14	Visita terreno

ÍNDICE DE ANEXOS INFORME FINAL

Anexos	Contenido
Anexo 11-15	Protocolo Ceremonias
Anexo 11-16	Comunica Estado de Avance a Municipio
Anexo 11-17	PPT Ránquil Mayo 2021 zona 1 v3
Anexo 11-18	PPT Ránquil Mayo 2021 zona 2 v3
Anexo 11-19	PPT Ránquil Mayo 2021 PRODESAL v3
Anexo 11-20	Invitaciones
Anexo 11-21	Nomina Agricultores PRODESAL
Anexo 11-22	Asistencia Rahuil
Anexo 11-23	Asistencia Ñipas PM
Anexo 11-24	Asistencia Ñipas AM
Anexo 11-25	Asistencia Capilla
Anexo 11-26	Asistencia PRODESAL
Anexo 11-27	Declaración Rahuil
Anexo 11-28	Declaración Ñipas PM
Anexo 11-29	Declaración Ñipas AM
Anexo 11-30	Declaración Capilla
Anexo 11-31	Declaración PRODESAL
Anexo 11-32	Encuesta Rahuil
Anexo 11-33	Encuesta Ñipas PM
Anexo 11-34	Encuesta Ñipas AM
Anexo 11-35	Encuesta Capilla
Anexo 11-36	Asistencia Reunión DGA
Anexo 11-37	PPT Ránquil Reunión DGA Sept 2021 v2
Anexo 11-38	PPT Ránquil Reunión Municipalidad Sept 2021 v2
Anexo 11-39	Asistencia Reunión Municipalidad
Anexo 11-40	Asistencia Segunda Reunión Municipalidad
Anexo 11-41	PPT Ránquil Reunión municipalidad dic 2021 v2
Anexo 11-42	Gmail - ARR102 Solicitud Auditorio Casa Cultura Ránquil
Anexo 11-43	Acta previa a actividades TLA
Anexo 11-44	PPT Ránquil Presentación Final Prodesal
Anexo 11-45	Minuta Presentación Final PRODESAL
Anexo 11-46	Convocatoria Prodesal
Anexo 11-47	Convocatoria y confirmación Telefónica
Anexo 11-48	Invitaciones por Email
Anexo 11-49	Firmas Recepción Invitaciones
Anexo 11-50	Minuta Presentación Final PRODESAL
Anexo 11-51	PPT Ránquil Presentación Final Prodesal
Anexo 11-52	Registro Asistencia Reunión Final Capilla Ránquil
Anexo 11-53	Presentación Final Capilla de Ránquil

ÍNDICE DE ANEXOS INFORME FINAL

Anexos	Contenido
Anexo 11-54	Encuestas Capilla
Anexo 11-55	Registro Asistencia Reunión Final Ñipas
Anexo 11-56	Presentación Final Rahuil
Anexo 11-57	Encuestas Ñipas
Anexo 11-58	Registro Asistencia Reunión Final Rahuil
Anexo 11-59	Presentación Final Ñipas
Anexo 11-60	Encuestas Rahuil
Anexo 11-61	Registros Audiovisuales

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. Aspectos Generales

La Comisión Nacional de Riego (CNR) encargó a la empresa Arrau Ingeniería SpA la elaboración de la iniciativa “Diagnóstico para el Regadío de la Comuna de Ránquil”, cuya fecha de inicio fue el 29 de octubre de 2020.

El estudio tiene como orientación la realización de una propuesta de desarrollo de proyectos de riego en la comuna de Ránquil, en base al uso potencial de los recursos hídricos disponibles en el área de estudio, en concordancia con la información primaria y secundaria que otorgue el contexto territorial, social, económico y ambiental a lo propuesto.

1.2. Diagnóstico del Problema y Justificación del Estudio

La comuna de Ránquil es una zona de rezago que se encuentra en el secano interior de dicha comuna. Su vocación productiva y su clima y suelos permite el cultivo de una amplia gama de especies, pero la principal limitante es la carencia de agua segura para la práctica de una agricultura sustentable. En esta comuna existen solo pequeñas superficies regadas con pozos de bajo caudal que cultivan algunas chacras y huertos frutales de autoconsumo.

Esta comuna fue objeto de una donación de Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) consuntivos, permanentes y continuos en el Río Itata, por 100 L/s (litros por segundo), a obtener desde un punto de captación ubicado 2.000 metros aguas arriba desde el puente ferroviario ubicado frente a Nueva Aldea.

El total de los DAA se encuentran inscritos a favor del donante a fojas uno (1), número uno (1) del Registro de Propiedades de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Coelemu, correspondiente al año 1995.

El derecho de aprovechamiento donado se encuentra inscrito a nombre de la I. Municipalidad de Ránquil a fojas 25, número 25 del Registro de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Coelemu correspondiente al año 2008.

Los derechos de agua donados por Celulosa Arauco y Constitución S.A. de 100 litros por segundo deben ser asignados a pequeños agricultores de la comuna, sin embargo, solo es viable económicamente distribuirlos a los predios que se encuentran en las cercanías del punto de captación que son alrededor de 102 pequeños agricultores atendidos por el Programa PRODESAL. Para el resto de los agricultores de la comuna, donde por motivos económicos no es posible llegar con el agua se buscará soluciones de riego con las fuentes naturales de agua, es decir pequeños tranques de acumulación de aguas lluvia, aprovechamiento y almacenamiento de agua desde vertientes, pozos norias, pozos drenes y

otras fuentes locales que se puedan almacenar para ser utilizadas durante la temporada de riego (octubre a abril).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Elaborar un estudio que permita diagnosticar y generar propuestas para el desarrollo del riego en la comuna de Ránquil.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diagnóstico y recopilación de antecedentes de recursos naturales de la comuna de Ránquil, entre ellos: clima, suelos, hidrología superficial y subterránea, situación de los derechos de agua, medio ambiente y caracterización agropecuaria.
- Estudio legal sobre el DAA de propiedad de I. Municipalidad de Ránquil, pago de patentes y alternativas de transferir el uso o dominio del DAA. Diagnóstico de los DAA presentes en la comuna.
- Realizar una propuesta de alternativas de proyectos de riego para los agricultores de la zona utilizando caudal de 100 L/s en manos de la Municipalidad de Ránquil, considerando posibles cambios en los puntos de captación de las aguas.
- Identificar las fuentes de agua locales, a través del estudio de hidrología e hidrogeología para la identificación de proyectos de riego para las áreas no beneficiadas por las aguas Municipales.
- Realizar un levantamiento de los suelos aptos para el regadío de los agricultores de comuna de Ránquil y una propuesta de cultivos adaptados a tales condiciones.
- Realizar propuestas y generar procedimientos para conformar la futura organización de regantes.

1.4. Contenidos del Informe

El presente informe consta de 13 capítulos:

- Capítulo 1. Introducción y Objetivos.
- Capítulo 2. Recopilación y Análisis de Antecedentes.
- Capítulo 3. Descripción General Área de Estudio.
- Capítulo 4. Trabajos de Terreno.
- Capítulo 5. Estudio Legal.
- Capítulo 6. Análisis del Área de Estudio y Alternativas de Solución.
- Capítulo 7. Diseño y Estimación de Costos de Proyectos a Nivel de Perfil.
- Capítulo 8. Análisis Ambiental, Determinación de Zonas de Restricción Ambiental y Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA.
- Capítulo 9. Estudio Agroeconómico.
- Capítulo 10. Evaluación Económica.
- Capítulo 11. Programa de Participación Ciudadana.
- Capítulo 12. Plataforma SIG
- Capítulo 13. Conclusiones y Recomendaciones

2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

2.1. Generalidades

A continuación, se presenta el reconocimiento detallado del área de interés y la de los antecedentes que tengan relación con los objetivos de este estudio.

2.2. Análisis de Estudios Anteriores

En el presente capítulo se entrega una revisión de los antecedentes recopilados sobre estudios anteriores en el área de estudio.

El listado de los antecedentes que estuvieron disponibles para el presente análisis se presenta a continuación, en orden de fecha más reciente a fecha menos reciente:

2.2.1. Catastro Frutícola Región del Ñuble, Principales Resultados, CIREN – ODEPA, Julio 2019.

Se trata de la fuente más actualizada en cuanto a estadísticas de superficie plantada y producción de frutales a nivel regional y comunal. Constituye un resumen de los resultados obtenidos en el levantamiento de información para la actualización al año 2019 del Catastro Frutícola de la región del Ñuble, realizado por el Centro de Información de Recursos Naturales, CIREN, con el financiamiento de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA.

Se realizó un trabajo de campo encuestando a más de 1212 productores, ubicados en 1796 predios con una superficie igual o mayor a 0,5 hectáreas plantadas con frutales, lo que permitió obtener la información sobre superficie frutal, número de árboles plantados, año de plantación, sistemas de plantación, métodos de riego, entre otros antecedentes. Entre los principales resultados dados a conocer en este libro, destaca la superficie plantada agrupada en provincias, superficie por especie, producción por especie y destino de estas.

La fuente incluye además información de capacidad instalada, toneladas procesadas y número de cajas embaladas que se obtuvo de 115 encuestas a empresas del rubro. Los resultados del catastro a nivel regional, indican que la superficie frutícola al año 2019 alcanza las 14.184 hectáreas, destacándose el Arándano americano como la especie más cultivada, con 4.023 hectáreas.

2.2.2. Catastro Vitícola Nacional, División de Protección Agrícola y Forestal Subdepartamento de Viñas, Vinos y Bebidas Alcohólicas, SAG 2018.

Se trata de la fuente más actualizada de estadísticas regionales y comunales de superficie y producción de vid vinífera en el país. El catastro fue elaborado con antecedentes proporcionados por productores, a través declaraciones juradas de plantación de vides para vinificación, consumo fresco y pisco, realizadas vía electrónica a través del sistema en línea habilitado para este efecto en el Portal Institucional del Servicio, según lo establecido por la Resolución Exenta N° 4196 de fecha 05.08.2008, declarando la totalidad del viñedo.

La estadística que se presenta en este Informe del Catastro Vitícola 2018, contiene la información de las plantaciones declaradas de las vides de vinificación a través del sistema en línea implementado por el Servicio. La información obtenida de las vides para consumo fresco y pisco, se presentan de igual manera incluyendo lo que a la fecha existe como registro en la base de datos del Servicio, teniendo claro que no es el registro completo del universo, a pesar de lo establecido en la Resolución mencionada anteriormente, razón por la cual son las diferencias que se producen entre el Catastro Vitícola 2007 y el actual.

Cabe señalar que desde el año 1995 al 2007, el catastro se obtenía de la información recibida de los productores a través de las declaraciones juradas presentadas en papel, señalando solamente las variaciones o modificaciones experimentadas en el año, ya sea de arranques, injertaciones o plantaciones de vides nuevas, a diferencia de lo efectuado en el año 2008, en que se solicitó a todos los propietarios o tenedores de terrenos plantados con vides que declarasen la totalidad de su plantación, lo que significó el levantamiento de un nuevo catastro a partir del año 2008. En ésta ocasión se entrega la versión correspondiente a dicho levantamiento, para el año 2018.

La superficie de vides a nivel país, para vinificación alcanzó las 137.191,12 hectáreas, que en comparación al catastro presentado en el año 2017 que fue de 135.907,75 hectáreas, representa un aumento del 0,9% de la superficie. Las mayores variaciones al alza en superficie se vieron reflejadas en las variedades Merlot, Sauvignon Blanc, Carmenere, Cabernet Franc, Riesling y Pinot Noir.

Particularmente para la región del Ñuble, la superficie vinífera para el año 2018, correspondió a 10.014,13 ha, distribuidas en un 42 % para vides de vinificación blancas y un 58% restante para vides tintas. Del total se superficie en cultivo para vid, sólo el 12% se mantiene con sistema de riego.

La información contenida en este documento, resulta de interés para contextualizar y caracterizar la situación actual del área de estudio.

2.2.3. Atlas Agroclimático de Chile, Estado Actual y Tendencias del Clima, Tomo VI, Regiones del Biobío y la Araucanía, Agrimed - Universidad de Chile, 2017.

Se trata de la fuente de información agroclimática más completa y actualizada a la fecha a nivel nacional, contando con una definición de distritos agroclimáticos que representan macrozonas de comportamiento similar en cuanto a los parámetros de caracterización.

Los antecedentes de interés para el análisis corresponden a datos de precipitaciones, temperaturas, distribución espacial, adaptación climática de cultivos, distribución espacial de distritos agroclimáticos.

2.2.4. Estudio Básico “Plan de Riego en la Cuenca del Itata”. Comisión Nacional de Riego, Universidad de Concepción. 2017.

Este estudio fue realizado por la Comisión Nacional de Riego (CNR). Particular interés para su análisis, corresponden a los resultados obtenidos en la elaboración y situación base del territorio, así como también en la identificación de oportunidades de mejoramiento, de modo de, recoger información de utilidad para el análisis territorial del área de estudio y, considerar a su vez, las perspectivas de desarrollo referidas al riego.

El área de estudio consideró toda la cuenca del río Itata, en donde la subcuenca Itata bajo, corresponde al territorio donde se ubica la comuna de Ránquil, siendo esta unidad territorial la de interés para el análisis de antecedentes en posteriores etapas del presente Estudio.

Del diagnóstico territorial general para la cuenca del río Itata realizado en el documento en análisis, se destacan las siguientes conclusiones que resulta de interés relevar:

1. La cuenca del río Itata, se destaca por su actividad silvo-agropecuaria. Con niveles tecnológicos y escalas productivas muy disímiles, así como una economía cada vez más dependiente de un recurso hídrico que cada vez también, es más difícil de distribuir equitativamente.
2. En el área central de la cuenca, se observan las condiciones más favorables para el mejor aprovechamiento del riego.
3. Si bien existe presencia de contaminantes con niveles muy variables en algunos causes, ésta cumple con la normativa vigente para este uso.
4. Se reconoce la necesidad urgente de concretar todo proyecto dirigido a: almacenamiento de agua, mejoras en captación y conducción, así como también en estudios dirigidos a la proposición de alternativas que mejoren la disponibilidad del recurso hídrico en todo el territorio de la cuenca.
5. Existe una superficie importante del territorio con evidentes problemas de drenaje, que en su mayoría se expresan tras los efectos de lluvias intensas y puntuales.
6. La organización de usuarios, en general, se encuentra en un estado precario. La existencia de estas, no se condice con la cantidad de la población que depende absolutamente del recurso para producir su sustento ni menos con la necesidad imperiosa de llevar a cabo una gestión adecuada en el uso del agua.
7. El usuario en general, no distingue nítidamente el rol y atribuciones de la institucionalidad vinculada al agua.

Este estudio resulta de interés para la presente consultoría, principalmente dado los antecedentes que aporta para la caracterización del territorio, los cuales serán incorporados en la siguiente etapa del presente Estudio (Etapa 2), siendo las temáticas de interés las referidas a: Estaciones de monitoreo hidrometeorológico, Calidad de aguas, Variables climáticas, Caracterización ambiental del territorio, Infraestructura de riego, Producción agropecuaria y proyecciones.

2.2.5. Diagnóstico del estado actual de los tranques CORA, Regiones del Bío – Bío y Araucanía. Comisión Nacional de riego, Universidad de Concepción. 2017

Este estudio tuvo por objetivo general, realizar un completo diagnóstico y catastro de tranques CORA, determinando las condiciones y el estado actual en que se encuentran estas obras, estimando además los costos de reparación y/o rehabilitación, con el fin de generar un listado priorizado de iniciativas para la región, que beneficien principalmente a pequeños productores y que puedan ser presentadas a futuros concursos de la Ley N° 18.450, concursos CNR-GORE u otro tipo de instrumento de financiamiento.

La cobertura territorial corresponde a la totalidad de las regiones del Biobío y La Araucanía, las que contienen 4 provincias y 67 comunas a la fecha del estudio.

De los resultados obtenidos, se tiene un registro de 35 tranques en análisis, de los cuales 25 se presentan en la provincia de Ñuble (territorio que compone actualmente la Región de Ñuble), sin que ninguno de estos se ubique en la comuna de Ránquil (Ver Cuadro 2-1).

Considerando estos antecedentes, se concluye que el estudio no aporta con información de interés para el registro de obras de riego en el área de estudio de la presente consultoría. De igual forma, será considerado a modo de referencia, si se estima necesario, parte de la metodología utilizada, para diagnosticar otras obras de acumulación que potencialmente puedan ser registradas dentro del área de estudio.

Cuadro 2-1: Volúmenes máximos, a rehabilitar, y de embanque con las áreas de riego potencial y factibles y los respectivos costos de rehabilitación para cada provincia

Provincia	N° de tranques con potencial	Volumen máximo	Volumen a rehabilitar	Volumen de embanque	Área de riego potencial	Área de riego factible	Costo de rehabilitación (UF)
		(m ³)	(m ³)	(m ³)	(ha)	(ha)	
Ñuble	25	1.108.639	751.545	357.095	6.177	3.075	124.654
Biobío	6	218.023	187.199	30.824	2.824	920	18.427
Malleco	4	2.441.714	2.191.943	249.771	1.676	245	73.945
Total	35	3.768.376	3.130.687	637.690	10.677	4.240	217.026

Fuente: CNR (2017).

2.2.6. Atlas del Agua Chile (MOP, 2016)

El objetivo de este documento es desarrollar un compendio de información relevante y actualizada sobre los recursos hídricos del país, así como de su utilización; las tendencias en el consumo

y la disponibilidad; la institucionalidad y entidades vinculadas a la gestión del recurso. Para una mejor comprensión de la información el país se divide en 4 macrozonas las cuales son: Norte, Centro, Sur y Austral.

El contenido se presenta en cuatro capítulos principales. El primero, nos ubica en un contexto general del agua por cuencas y macrozonas. Luego, en el segundo capítulo describimos cómo medimos e investigamos nuestra agua, describiendo dónde y cómo la medimos e investigamos y la aplicación de herramientas de cuidado y protección del recurso. El cuarto capítulo trata sobre la gestión y administración de este valioso recurso natural.

La información presente en este estudio se encuentra en una escala muy grande respecto de la requerida en el presente estudio, por lo que probablemente no sea utilizado en forma específica.

2.2.7. El cambio climático y los recursos hídricos de Chile (ODEPA, 2016)

El estudio realizado por el Profesor Fernando Santibáñez para ODEPA, se concentra en describir la incidencia del cambio climático sobre los recursos hídricos en Chile, desarrollando una descripción desde la agroclimatología, para dar cuenta de los ciclos del clima y las sequías en el país, todo esto teniendo en cuenta la relevancia del recurso hídrico en la producción alimentaria y por ende en la agricultura.

Posteriormente realiza un análisis sobre el futuro del cambio climático en Chile, y que entre sus resultados releva los efectos que esto tendría sobre la zona central y los efectos que el cambio climático tendrá sobre la demanda y oferta de agua a nivel nacional y el avance de la desertificación.

El estudio presenta lineamientos para el avance hacia una gestión eficiente de los recursos hídricos, que tiene como pilares la tecnificación del riego, los microsistemas de cosechas de agua, la reestructuración de la distribución de las zonas de cultivo en función de la disponibilidad (llevar la agricultura donde hay agua y no agua hacia donde existe agricultura) y plantea la necesidad de que el país avance hacia una agricultura eficiente en cuanto al uso de los recursos hídricos.

2.2.8. Sistematización de Información Hidrogeológica para un Futuro Plan de Gestión de Recursos Hídricos en Cuencas de la Región del Biobío, realizado por División de Estudios y Planificación, SDT N° 391, DGA 2016

En este estudio, se desarrolla una modelación hidrogeológica completa del acuífero asociado a la cuenca del Itata Bajo, incorporando elementos conceptuales con la modelación numérica. Para la modelación numérica se consideraron 7 escenarios, considerando la situación actual y distintas condiciones de estrés sobre el sistema, tanto superficiales, como de aumento de la demanda, entre otros.

Finalmente, se propone una red de monitoreo de nivel y calidad consistente en 5 puntos distribuidos en el acuífero.

2.2.9. Catastro de Localidades que Cuentan con Sistema de Agua Potable Rural

Se analiza la información presentada en la página web Observatorio de la Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico, que corresponde a la capa de información vectorial en formato Shape del Agua Potable Rural (APR), con fecha de julio de 2017. La ubicación de los APR se presenta en la Figura 2-1.

El programa de Agua Potable Rural está dirigido a la Población Rural Concentrada y Semi-Concentrada, cuyo objetivo es contribuir a mejorar las condiciones de salud y bienestar de la población rural.

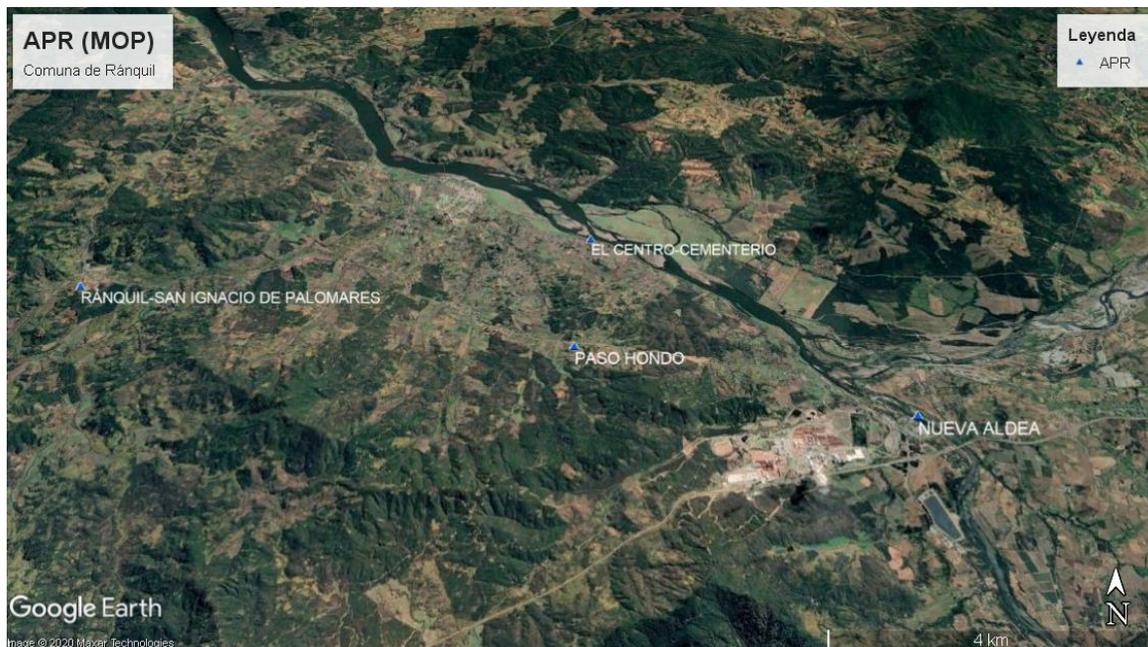


Figura 2-1: Ubicación APR comuna de Ránquil

Fuente: Observatorio de la Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico, 2020¹.

A partir de la información descargada, se observa que en la comuna de Ránquil se registran 4 sistemas de agua potable Rural. Sus nombres y características se presentan en el Cuadro 2-2.

Los antecedentes resultan de interés para la identificación de infraestructuras de captación de agua subterránea y posterior caracterización hidrogeológica del Área de Estudio, así como también para la descripción general del mismo.

¹ Disponible en: <http://sit.mop.gov.cl/observatorio/Mapa>, consultado en diciembre de 2020.

Cuadro 2-2: Servicios de APR de la comuna de Ránquil

Servicio	Nombre	Año	Arranques	Estado	Coord. Este	Coord. Norte	Datum-Huso
Comité	El Centro - Cementerio	1980	215	Concentrado	722736,5	5944691,6	WGS84-18S
Comité	Nueva Aldea	1978	173	Concentrado	727388,8	5940580,1	WGS84-18S
Comité	Paso Hondo	1998	107	Concentrado	722393,8	5942080,5	WGS84-18S
Comité	Ránquil – San Ignacio de Palomares	1980	171	Concentrado	714265,2	5943647,8	WGS84-18S

Fuente: Observatorio de la Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico, 2020.

2.2.10. Plan de Desarrollo Comunal de Ránquil 2016 – 2021 (PLADECO)

El PLADECO busca ser una herramienta orientadora del desarrollo comunal para su periodo de vigencia, en el cual se consideran todas las visiones del territorio lo que convierte al documento en una herramienta indicativa para enfocar la gestión municipal.

Este documento fue elaborado previo a la creación de la Región de Ñuble, por lo que muchos de los antecedentes comparativos o que dan cuenta de la comuna dentro de la realidad regional, se encuentran en función de la Región del Biobío.

Dentro del diagnóstico realizado en los diversos ámbitos del desarrollo comunal, se presentan indicadores basados en CASEN respecto de la realidad social de la comuna: pobreza, salud, educación, vivienda, etc.

Una temática abordada en el documento y relevante para este estudio conocer los aspectos económicos productivos de Ránquil, en donde da cuenta de que, si bien existe una vocación claramente agrícola y vitivinícola, la instalación del Complejo Nueva Aldea de Forestal Arauco, ha incrementado la relevancia de la actividad forestal principalmente por la cantidad de fuentes de trabajo y la cantidad de superficie con plantaciones forestales.

En cuanto a los productores de uva y de productos agrícolas, son en general pequeños y medianos propietarios, con dificultades para comercializar y transportar la producción, sin una organización adecuada que les permita fortalecer su rol en el mercado. Los productores de uva planteaban la desventaja del manejo de los precios fijados por la empresa compradora y en cuanto a otros cultivos, mayoritariamente se trata de huertos de autoconsumo sin capacidad de abastecer de forma permanente el mercado local.

Se plantea como lineamiento estratégico para el desarrollo económico local **“Crecimiento económico, diversificación y mejoramiento de la competitividad regional, generando empleos de calidad en pro del desarrollo y la equidad social”**.

La muestra de iniciativas presentadas da cuenta del interés y la visión del PLADECO de potenciar el desarrollo agrícola de la comuna, promoviendo la asociatividad y la recuperación de actividades tradicionales con valor agregado, que debe ir acompañado de mejorar el acceso al agua para aumentar la seguridad de riego.

2.2.11. Estudio Agrológico de la Región del Biobío, Descripción de Suelos, Materiales y Símbolos, CIREN, 2014.

Esta fuente proporciona una completa caracterización de cada una de las series y fases y otras clasificaciones de suelos asociadas al área de estudio, disponiendo de dicha información, en formato shape, trabajable digitalmente.

La publicación corresponde a una revisión y correlación de los estudios de suelos realizados en la Región. En el país existe un caudal interesante de antecedentes que, por razones diversas, no llega al público usuario en forma fluida, alcanzando en algunos casos hasta la obsolescencia sin rendir los frutos esperados. En este contexto, a través de CIREN se ha iniciado un proceso de recuperación y generación de información sobre recursos naturales, una de cuyas fases se refiere a los trabajos agrológicos, los cuales son complementados, actualizados o generados cuando no existen o no responden a las necesidades reales del desarrollo nacional. La presente publicación pretende llenar ese vacío de antecedentes de suelos, en provecho de los usuarios, tales como organismos, profesionales, inversionistas y público en general, tanto de los sectores público como privado.

La información de esta publicación corresponde a la Actualización, Complementación y Homogeneización de los Estudios de Suelos realizados por diferentes instituciones en la Región del Biobío, complementada con los Materiales y Símbolos. Los estudios utilizados en la actualización de la Región del Biobío son:

- Estudio Agrológico Itata I, realizado por la Comisión Nacional de Riego CNR. en 1987.
- Estudio Agrológico Itata II, realizado por la Comisión Nacional de Riego, CNR. en 1988.
- Estudio Agrológico Área del Proyecto Laja-Diguillin, realizado por FAO. en 1987.
- Estudio de Suelos de Secano, realizado por CIREN. en 1992.
- Estudio Agrológico de la Cuenca del Biobío, realizado por el Servicio Agrícola y Ganadero, SAG. en 1972 y 1977.
- Estudio Agrológico Precordillera, realizado por CIREN en 1994.
- Estudio Agrológico Complementario, realizado por CIREN en 1988.

Esta edición complementa la cartografía digital de suelos, actualizada sobre 928 ortoimágenes satelitales SPOT años 2008-2009 en escala de salida 1:10.000.

2.2.12. Estudio Básico Diagnóstico y Análisis de Microtrancques Región del Biobío (CNR, 2013)

El objetivo general del presente estudio es la identificación y diagnóstico de a lo menos 25 sitios de microtrancque de acumulación estacional, de los cual los cuales se elegirán 10 sitios para el emplazamiento y definir los potenciales usuarios que tiene la factibilidad real técnica, económica de poder realizar los proyectos con posterioridad y presentarlos a la ley 18.450 u otro mecanismo de financiamiento del Estado.

Los objetivos específicos del estudio son:

- a) Identificar las áreas para la futura construcción de microtrancques, los que permitirán abastecer de agua de riego a pequeñas superficies del secano y mejorar la seguridad de riego en áreas de baja disponibilidad del recurso hídrico
- b) Identificar sectores técnicamente factibles y adecuados, que por razones topográficas sea adecuados para embalsar aguas por medio de un canal alimentador desde algún cauce principal o interviniendo alguna quebrada.
- c) Realizar un estudio técnico, y económico que pueda impulsar la existencia de microtrancques debiéndose plantear en el documento al menos dos alternativas diferentes de desarrollo, (considerando dos alternativas diferentes y esquemas productivos. Por ejemplo: Frutales, cultivos anuales y hortalizas) ambas acompañadas de un análisis de factibilidad económica.
- d) Conocer la demanda real por microtrancques en el secano de la Octava Región.
- e) Elaborar un plan de difusión en la zona, en donde se informe a la comunidad la iniciativa.
- f) Diagnosticar 25 sitios de posibles emplazamientos de microtrancques y de estos seleccionar 10 lugares para generar todos los estudios necesarios para la presentación a la Ley 18.450. Ordenar la información de las alternativas rentables seleccionadas en carpetas donde estarán contenidos todos los antecedentes técnicos que sirvan de base para la elaboración de proyectos.

La información de utilidad para el estudio radica en la información hidrológica presente, con la cual es posible contrastar los cálculos que se realizarán en el presente estudio. Además, posee una buena caracterización de los sectores del área de estudio.

2.2.13. VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal, INE 2007.

El Censo Agrícola constituye la fuente primaria más importante y amplia de información estadística, para la caracterización agroproductiva de cualquier zona del país. Sus resultados suministran los antecedentes básicos para el diseño e implementación de políticas y programas públicos y para la decisión de inversiones y estudios privados.

Entre los objetivos específicos del VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal destacan los siguientes:

- Obtener, procesar y difundir información referente a las explotaciones silvoagropecuarias, posibilitando el conocimiento de la evolución que ha experimentado cada uno de los rubros que conforman este sector.
- Actualizar la información sobre el universo de explotaciones que sustentan la producción nacional agropecuaria y forestal.
- Constituir el punto de partida de un nuevo ciclo de producción de estadísticas agropecuarias, en la medida que sus resultados permitan actualizar el marco muestral que será utilizado en la producción de las estadísticas agrícolas continuas, hasta el levantamiento del próximo censo.
- Recoger información de los resultados sobre la operación de la capacidad productiva instalada en las explotaciones agropecuarias y forestales durante el año agrícola 2006 – 2007, expresados en superficie sembrada y/o producción y rendimientos de cultivos anuales.
- Actualizar la información sobre las explotaciones agropecuarias y forestales existentes en cada comuna y, por agregación a nivel provincial, regional y nacional, especificando número y superficie.
- Esto va asociado a un conjunto de informaciones que permitirán caracterizar la explotación y la capacidad productiva instalada en términos físicos, abarcando los factores tierra, capital y trabajo.

Los antecedentes aportados por el censo agropecuario, serán de utilidad en la descripción del área de estudio y en particular para caracterizarla en situación actual en un contexto general, lo cual será actualizado y complementado, con antecedentes recopilados en terreno en etapas posteriores.

2.2.14. Programa de Organización y Capacitación de Comunidades de Aguas, y Desarrollo de Organizaciones Territoriales en Diversas Regiones del País, CNR, 2006

Este estudio, realizado por la Comisión Nacional de Riego (CNR), tuvo como objetivo organizar y capacitar comunidades de aguas, con el propósito de generar organizaciones modernas y participativas que sean capaces de mejorar la eficiencia de la distribución y utilización de sus recursos hídricos y de los instrumentos de fomento al riego.

Los resultados obtenidos corresponden a:

- Capacitación y organización directa

- Formación, seguimiento y evaluación de monitores en organización y fortalecimiento de comunidades de aguas
- Capacitación y fortalecimiento de OUAs de riego a través de monitores formados
- Capacitación a dirigentes agrícolas en Desarrollo Territorial
- Reproducción de material de apoyo para las capacitaciones
- Coordinación interinstitucional
- Actividades de difusión y transferencias de capacidades de gestión y productivas
- Seguimiento y evaluación sobre el desarrollo de capacidades de cada organización

Entre los resultados obtenidos se destaca, la capacitación de 60 comunidades de aguas, y la capacitación o realización de actividades de formación en 300 comunidades de agua a través de 13 programas de transferencia tecnológica.

Se destaca, además, la capacitación directa de comunidades de aguas y hacer sostenible el desarrollo de capacidades en los comuneros y sus organizaciones. Se desarrolló un curso de capacitación en desarrollo territorial a 26 dirigentes de comunidades de aguas. Por otro lado, se capacitó a 127 profesionales y técnicos vinculados con la gestión del agua y organizaciones de usuarios de agua.

De igual forma, se capacitó a profesionales que trabajan en la administración de OUAs, en temáticas relacionadas en la gestión y actualización de conceptos vinculados con la modificación al Código de Aguas,

El material generado en el estudio podría ser útil para explicar a los potenciales beneficiarios, el alcance de las OUAs, en qué consiste este tipo de organizaciones, entre otros.

2.2.15. Plan Regulador Comunal Ránquil

El Plan Regulador Comunal (PRC) corresponde a un instrumento de Planificación Territorial (IPT) que tuvo como principios directrices:

- Planificar oportunamente el territorio comunal en concordancia con la política económica social de mercado reinante en el país, aplicando los criterios de desarrollo sustentable.
- El PRC debe constituirse en un solo instrumento de desarrollo y gestión municipal con el PLADECO.

- Estudiar y regular el territorio comunal a dos niveles: Urbano con carácter normativo y Rural con carácter indicativo.

El Plan Regulador de Ránquil entró en vigencia el año 2006, cubriendo tres áreas de interés dentro de la comuna: **Centro Urbano de Nueva Aldea, Centro Urbano de Ñipas y Centro Urbano de San Ignacio de Palomares**. De acuerdo a antecedentes indicados por MINVU en sitio web “Observatorio Urbano”², este instrumento ha tenido una serie de modificaciones hasta la fecha, las cuales se lista a continuación:

21-12-2006: Publicación PRC Ránquil (Vigente)

21-12-2006: 1a Modificación Ordenanza Local zonas ZE, ZPA y ZEXHMP (Vigente).

21-12-2006: 2a Modificación, Subdivisión Predial (Vigente)

22-05-2015: 3a Modificación, Declaratorio de Utilidad Pública (Vigente)

De esta forma, el actual PRC de Ránquil considera los límites urbanos de la comuna, una zonificación para uso de suelo, definición para condición de subdivisión predial, de edificación, urbanización y vialidad.

Los principales antecedentes de importancia que aporta el PRC para el presente Estudio, son: la descripción de Uso de Suelo, Áreas de Riesgo y Zonas de Expansión Urbana, todos como antecedentes relevantes para la toma de decisión respecto a la ubicación de futuras obras de riego y consideraciones ambientales respecto a potenciales impactos generados por las obras que se propongan en el Área de Estudio.

2.2.16. Diagnóstico de Recursos Hídricos en Secano Interior y Costero de la VI a VIII región (CNR, 2003)

El objetivo general del estudio fue mejorar las condiciones de desarrollo socioeconómico de las zonas de secano mediante la transferencia de conocimientos respecto a la distribución de los recursos hídricos, en el tiempo y el espacio y la propuesta de obras para su mejor aprovechamiento.

Los objetivos específicos del estudio son los siguientes:

- a) Recopilar y sistematizar toda la información disponible tanto de los recursos básicos como de las características socioeconómicas de los agricultores de las zonas de secano incluidas en el área de estudio, mediante la homogeneización y análisis crítico de estudios y proyectos existentes y en ejecución.

² http://observatoriourbano.minvu.cl/lpt/wp_resultado_decreto.asp?r=8&c=367&i=25#

- b) Disponer de información actualizada sobre los recursos básicos en las cuencas que forman el área de estudio, tales como agua, clima, suelo y caracterizar los estratos y actores que manejan estos recursos.
- c) Disponer de información y mapas digitalizados para toda el área del secano considerada en el estudio.
- d) Identificar y desarrollar proyectos piloto, que puedan postular a los beneficios de la Ley N°18.450, de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje.

Se concluye de la realización de estudios básicos para caracterizar suelos y agua en los sectores de interés, determinándose lo siguiente:

Suelos: La calidad de los suelos es una condición más restrictiva pues hay amplios sectores donde éstos representan una restricción insalvable para el desarrollo de una agricultura de riego. No obstante, lo señalado, hay algunos sectores específicos, que corresponden a los seleccionados para el desarrollo de los proyectos piloto y algunos otros, en donde las características de los suelos permiten pensar en implementar proyectos de riego que resulten económicamente factibles.

Agua: Si bien hay alguna disponibilidad física de recursos superficiales, ésta presenta limitaciones desde el punto de vista legal, pues gran parte de los caudales disponibles están constituidos como derechos de aprovechamiento, tanto de uso consuntivo como eventual y con carácter permanente y continuo. Respecto a los recursos subterráneos, éstos representan una alternativa sólo en determinados sectores, aunque también asociados a caudales reducidos.

2.2.17. Estudio de Síntesis de Catastros de Usuarios de Aguas e Infraestructura de Aprovechamiento, DGA (Dirección General de Aguas), 1991

Este estudio presenta una recopilación de los catastros realizados por la DGA a esa fecha, en que estudiaron las principales cuencas presentes en el territorio nacional. Se menciona que los catastros contienen información dispar. La información presentada corresponde a planos a escala, obras relacionadas (bocatomas, canales, etc.), listados de usuarios, listado de captaciones subterráneas asociadas, listado de embalses y listado de resoluciones del SAG referentes a proyectos de distribución de derechos de agua del sector incluido en la Reforma Agraria.

Presenta, en base a la información disponible en ese entonces, la infraestructura de riego y el uso del agua, además de las organizaciones de usuarios y una clasificación de las hectáreas regadas a las cuencas analizadas, y en particular para la cuenca del Río Itata.

Describe la sub cuenca Río Itata. El río Itata cubre una extensión de 3.768 km². Se origina cerca de la estación Cholguán del Ferrocarril Longitudinal Sur, a pocos kilómetros de la ribera norte del río Laja. En este punto se juntan los ríos Cholguán y Huépil.

En un recorrido de 82 km. Con rumbo al NW., hasta su junta con el Ñuble en confluencia, recibe sus principales tributarios cuyas cabeceras se encuentran en la zona de la montaña. Los más importantes son los ríos Dañicalqui, Diguillín y Larqui.

Después de su junta con el Ñuble, el Itata desarrolla su curso inferior en el interior de la cordillera de la Costa, donde sólo recibe esteros menores; la excepción la constituye el río Lonquén, que es de mayor caudal y drena un área de los cerros costeros al sur y al este de la ciudad de Quirihue.

Cerca de su desembocadura, en boca Itata, los bancos de arena obligan a la corriente a extenderse en vegas y su profundidad disminuye.

Se presenta el diagrama unifilar, representando al sector en estudio en el extracto presentado en la Figura 2-2.

No se presenta información de Organizaciones de Usuarios de Aguas para el área de estudio.

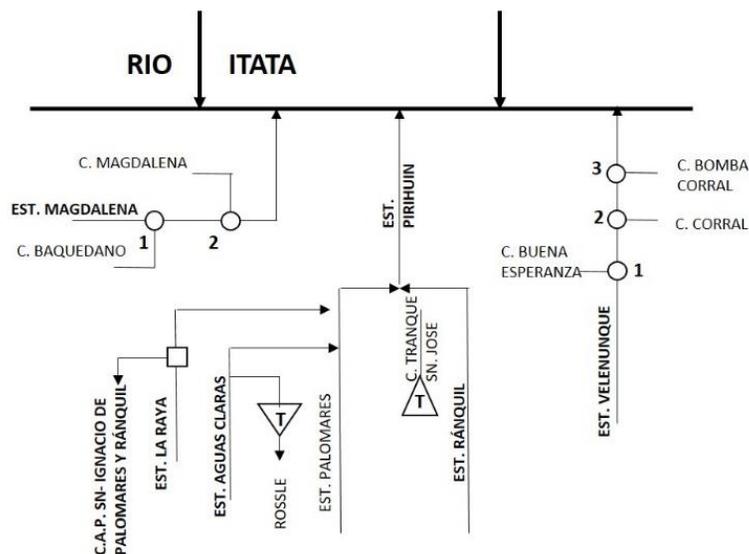


Figura 2-2: Extracto del diagrama unifilar del río Itata, sector en estudio

Fuente: DGA, 1991.

2.2.18. Estimaciones de demanda de agua y proyecciones futuras. Zona II. Regiones V a XII y Región Metropolitana, DGA (Dirección General de Aguas), 2007

El objetivo de este estudio es: *“permitir a las autoridades y a los diversos actores involucrados en la administración y el aprovechamiento de los recursos hídricos disponer de información actualizada de la situación actual y futura de las demandas de estos recursos en el país, para diferentes usos, a nivel regional, de cuencas y subcuencas.”*

En este sentido, el estudio presenta una caracterización actualizada de la demanda actual y futura de recursos hídricos para diferentes usos tales como: agropecuario y forestal, agua potable, industrial, abastecimiento potable, generación de energía, minero, turismo, acuícola, receptor de contaminantes y caudal ecológico agrícola. Incluyendo los siguientes capítulos en su informe:

- Recopilación de Antecedentes, en el que se presenta la recopilación de datos, informes, proyecciones económicas y toda información relevante para la estimación de aprovechamiento actual y futuro del agua, tanto a nivel nacional como regional.
- Análisis de uso actual de los recursos hídricos, donde se incluye la caracterización de las demandas asociadas a cada sector, a nivel de cuencas y subcuencas en cada región.
- Proyecciones de la demanda, que corresponde a la estimación de las demandas futuras por sector, para horizontes de 10 y 25 años, también a nivel de cuencas y subcuencas en cada región.
- Recomendaciones, donde se presenta un resumen de los resultados además de un análisis respecto a lo que se podría mejorar en cuanto a eficiencia de uso de los recursos hídricos.

Específicamente cuenta con la caracterización de la cuenca del Río Itata y de sus subcuencas Itata, en los términos mencionados anteriormente, lo cual resulta de interés para recopilar antecedentes descriptivos del área de estudio.

2.2.19. Estudio Hidrogeológico del Secano Interior y Costero. Regiones VI, VII y VIII (INDAP-IICA), 2001

El estudio se orienta a obtener el conocimiento hidrogeológico de las principales cuencas ubicadas en el secano interior y costero de las Regiones VI, VII y VIII, entendiéndose que para la habilitación de un sistema de riego y la planificación de un sistema productivo se requiere disponer de fuentes hídricas de caudal suficiente y sustentable que permitan el riego de una superficie. Cabe señalar que, las soluciones agrícolas de interés en este estudio se orientan exclusivamente a predios de superficie menor a 12 ha de riego básico.

El presente estudio busca proponer soluciones sustentadas sobre bases sólidas y confiables desde el punto de vista hidrogeológico, de modo de permitir el desarrollo de programas de desarrollo agrícola que incorporen el riego con agua subterránea como una variable productiva más.

El estudio se desarrolló en 2 etapas:

- Etapa 1. Revisión crítica de información para un total de 40 cuencas necesarias de estudiar señaladas por INDAP, de las que se seleccionaron 15 de ellas con la condición de que mostraran interés teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos hídricos y los requerimientos mínimos para efectuar el trabajo posterior relativo a la implementación de sistemas productivos con riego en una comunidad de pequeños agricultores.

- Etapa 2. Se efectuaron los estudios hidrológicos, geológicos, hidrogeológicos y agronómicos acabados para cada una de las cuencas seleccionadas, y se propusieron soluciones específicas para ejecución de captaciones en cada caso.

Una de las cuencas seleccionadas corresponde a la Cuenca Itata Sur, donde se ubica la comuna de Ránquil. El estudio incluye entre otros aspectos: geología, hidrogeología y estudio agronómico de modo que sus resultados y conclusiones estén dirigidos a la proposición de captaciones subterráneas en sectores donde predominen predios de superficies menores a 12 ha de riego básico, siempre que las condiciones hidrogeológicas del sector así lo recomienden. En el informe de la Cuenca Itata Sur se presentan los siguientes capítulos de interés:

- Hidrología: en el que se determinan las recargas al acuífero, es decir, el respaldo hidrológico del embalse subterráneo, analizando precipitaciones, evapotranspiración y escorrentía.
- Hidrogeología: analiza aquellos aspectos relacionados con el sistema acuífero del área de estudio, revisando aspectos de geología, hidrogeología, calidad de agua subterránea y derechos de agua subterránea
- Estudio Agronómico: incluye los subcapítulos Estudio Agroclimático, Estudio de Suelos, Estructura de tamaño predial por hectárea de riego básico y Potencialidad Productiva.
- Captaciones Propuestas: en el cual se dividió el área de estudio en sectores, según criterio hidrológico e hidrogeológico.

Los antecedentes del presente estudio son de interés para su incorporación en la caracterización del área de estudio en etapa 2 del presente Estudio.

2.2.20. Estudio de Prefactibilidad para el Proyecto Construcción Embalses Estacionales de Secano, Provincia De Ñuble, (CNR, 2014)

Este estudio, fue realizado por la Comisión Nacional de Riego el año 2014, es relativamente reciente, y tuvo por objetivos principales, darle riego seguro a tres localidades mediante la construcción de embalses estacionales en sus esteros principales, que son los siguientes:

- Estero Changaral: comuna de San Nicolás y comuna de San Carlos.
- Estero Quilmo: comuna de Chillán Viejo.
- Estero Ránquil: comuna de Ránquil.

Naturalmente, el de mayor interés para el presente estudio, corresponde al de Ránquil, toda vez que los otros dos se ubican más al interior, tienen menos características de secano costero.

Los aspectos que se analizaron para determinar la viabilidad inicial de cada embalse fueron entre otros, los siguientes:

- Geología-geotecnia del terreno en la zona de ubicación de los muros.
- Disponibilidad de los recursos de agua.
- Capacidad de almacenamiento.
- Características agropecuarias de las zonas.
- Medioambiente.
- Aspectos legales.
- Derechos de agua.
- Participación de la comunidad.
- Económicos.

Dado que el emplazamiento de los embalses en los esteros Quilmo, Ránquil y Changaral, había sido establecido previamente por parte de CNR, se procedió al análisis de una serie de alternativas para cada embalse, basadas en distintas secciones tipo y distintas cotas de las tomas de riego. En total se estudiaron 4 alternativas por embalse que fueron analizadas mediante la utilización de una matriz de evaluación que engloba aspectos de tipo técnico-económicos, ambientales y administrativo-legales. A partir de lo anterior, se definió que las alternativas de los embalses de Ránquil y Changaral no resultaban viables, por lo que únicamente la alternativa del estero Quilmo, basada en una presa de materiales homogéneamente zonada, siguió adelante con los estudios de prefactibilidad. Una presa homogéneamente zonada, es una presa compuesta de materiales homogéneos, pero por zonas de diferentes características, como, por ejemplo, la zona 1 puede ser un núcleo central impermeable al cual le sigue por ambos lados un semi permeable de materiales también homogéneos, zona 2, que deben cumplir una condición de filtro con respecto al núcleo impermeable. Es usual que la zona exterior corresponda a un espaldón compuesto por enrocados u otros materiales con fines estructurales, pero debiendo cumplir también con una condición de filtro respecto a la zona 2. En la Figura 2-3 se presenta una representación, a modo de ejemplo, de una presa homogéneamente zonada.

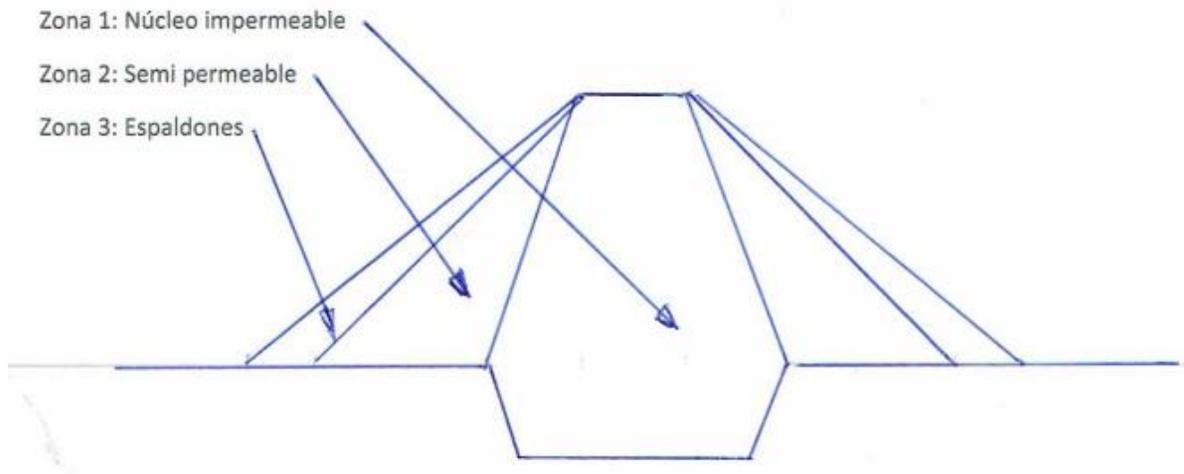


Figura 2-3: Ejemplo de presa homogéneamente zonada

Fuente: Elaboración propia.

Al concluirse los estudios de prefactibilidad, bastante completos, se concluyó también que el embalse Quilmo era no rentable, en todos los escenarios analizados.

Con respecto a los derechos de agua, el informe solo menciona 4 solicitudes de derechos consuntivos por 25 L/s cada una en el estero Pirihuin.

Con respecto a estaciones pluviométricas, recomienda utilizar para Ránquil, Cancha Los Litres y Rafael, ambas con registros desde 1993.

Entre los antecedentes recopilados, todos de utilidad para la caracterización del área de estudio en Ránquil, se encuentra información de catastro de derechos de agua, asociaciones de usuarios, estadística hidrométrica, obras hidráulicas proyectadas, agricultura de la zona, y antecedentes geológicos y geotécnicos, entre otros. Además, realiza una revisión del Estudio de Perfil Sistema de Riego Ránquil (DOH – 2001) y el Programa de Construcción y Rehabilitación de Obras Medianas de Riego – PROM (CNR, 2009), en los cuales se presentan antecedentes de interés respecto a información agroclimática, análisis de suelos, hidrología y otros.

2.3. Antecedentes Cartográficos y Espaciales de interés en el Área de Estudio

La información espacial a utilizar para el análisis territorial de este estudio, se encuentra mayormente organizada en formato SIG (Sistema de Información Geográfica).

La información espacial que se dispone proviene de un proceso de recopilación, ordenamiento y sistematización de información proveniente de distintas fuentes, tales como DGA, MOP, CNR, SEIA, IDE (Infraestructura de Datos Geoespaciales del Ministerio de Bienes Nacionales), entre otros. La información base recopilada proveniente de distintas fuentes, sobre ellas, el consultor generó, complementó y/o modificó según se estimó conveniente para mejorar la comprensión de los contenidos, de modo de ajustar

en lo posible la información, por un lado, a la escala de trabajo y por otro en su actualización si era necesario para el análisis.

El Cuadro 2-3 muestra los antecedentes cartográficos base recopilados para efectos del presente estudio.

Cuadro 2-3: Antecedentes cartográficos y espaciales

Temática	Cobertura	Escala/Resolución	Institución y/o Fuente	Tipo de Información
Mapa político	División Político Administrativa	1:50.000	SIG DGA	Polígonos
Mapas base	Red de Cauces Naturales	1:50.000	SIG DGA (2012)	Líneas
	Red Regional de Caminos	1:50.000	e-SIIR CNR	Líneas
	Topónimos (localidades, centros poblados, orografía)	1:50.000	SIG DGA / SIG IDE	Puntos
	Curvas de Nivel IGM	1:50.000 / 1:25.000	e-SIIR CNR	Líneas
	Red de Caminos Ciudad de Arauco	-----	ESSBIO	Líneas
Hidrología	Red Estaciones fluviométricas	-----	DGA	Puntos
	Red Estaciones meteorológicas	-----	DGA	Puntos
	Red Estaciones Meteorológicas Dirección Meteorológica de Chile (DMC)	-----	DMC	Puntos
	Isoyetas Anuales	1:1.000.000	DGA (1987)	Líneas
	Isolíneas ETP anual	1:1.000.000	CNR	Líneas
	Mapa de Cuencas Hidrográficas	1:50.000	e-SIIR, CNR-DGA	Polígonos
	Red de estaciones de agua Subterránea	-----	DGA	Puntos
	Red de estaciones de Calidad de agua (Red Hidrométrica)	-----	DGA	Puntos
	Tramos de vigilancia de calidad de agua	-----	DGA	Líneas
Vegetación y Biodiversidad	Sitios prioritarios biodiversidad	1:250.000	SINIA, MMA	Polígonos
	SNASPE CONAF	1:250.000	SINIA, SIG-IDE	Polígonos
	Uso del suelo CONAF-CONAMA	1:250.000	e-SIIR, CNR –SINIA, CONAMA	Polígonos
	Sitios Prioritarios para Conservación	-----	MMA	Polígonos
	Inventario de Humedales 2020	-----	MMA	Polígonos
	Formaciones Vegetacionales	1:1.000.000	R. Gajardo - SINIA, CONAMA	Polígonos
	Pisos Vegetacionales	1:1.000.000	P. Pliscoff y F. Lubert - SINIA, CONAMA	Polígonos
	Mapa de Cobertura de Suelos de Chile “Landcover 2014”	30 m	Laboratorio de Geomática y Ecología de Paisaje (GEP) – Universidad de Chile	Raster

Cuadro 2-3: Antecedentes cartográficos y espaciales

Temática	Cobertura	Escala/Resolución	Institución y/o Fuente	Tipo de Información
Información topográfica Satelital	Modelo Digital de Elevación - SRTM	90 m	USGS	Raster
	Modelo Digital de Elevación Aster GDEM	30 m	ERSDAC	Raster
	Modelo Digital de Elevación ALOS-PALSAR	12,5 m	Alaska Satellite Facility	Raster
Instrumentos de Planificación Territorial	Zonificación Uso de Suelos	-----	PRC	JPG
Suelos	Series de Suelo		CIREN	Polígonos
Propiedades	Límites prediales		CIREN	Polígonos
Infraestructura de servicios (Públicos y Privados)	Red de Canales	1:50.000	e-SIIR, CNR	Líneas
	Red de Bocatomas	1:50.000	e-SIIR, CNR	Puntos
	Bocatomas	-----	DGA	Puntos
	APRs	-----	Observatorio de la Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico	Puntos

Nota: IDE: Infraestructura de Datos Geospaciales, del Ministerio de Bienes Nacionales.

Fuente: Elaboración propia.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL ÁREA DE ESTUDIO

3.1. Ubicación y Sectorización del Área de Estudio

El presente estudio se desarrolló en la comuna de Ránquil, la que forma parte del secano costero de la región de Ñuble, con una superficie de 248,3 Km² (Ver Figura 3-1).

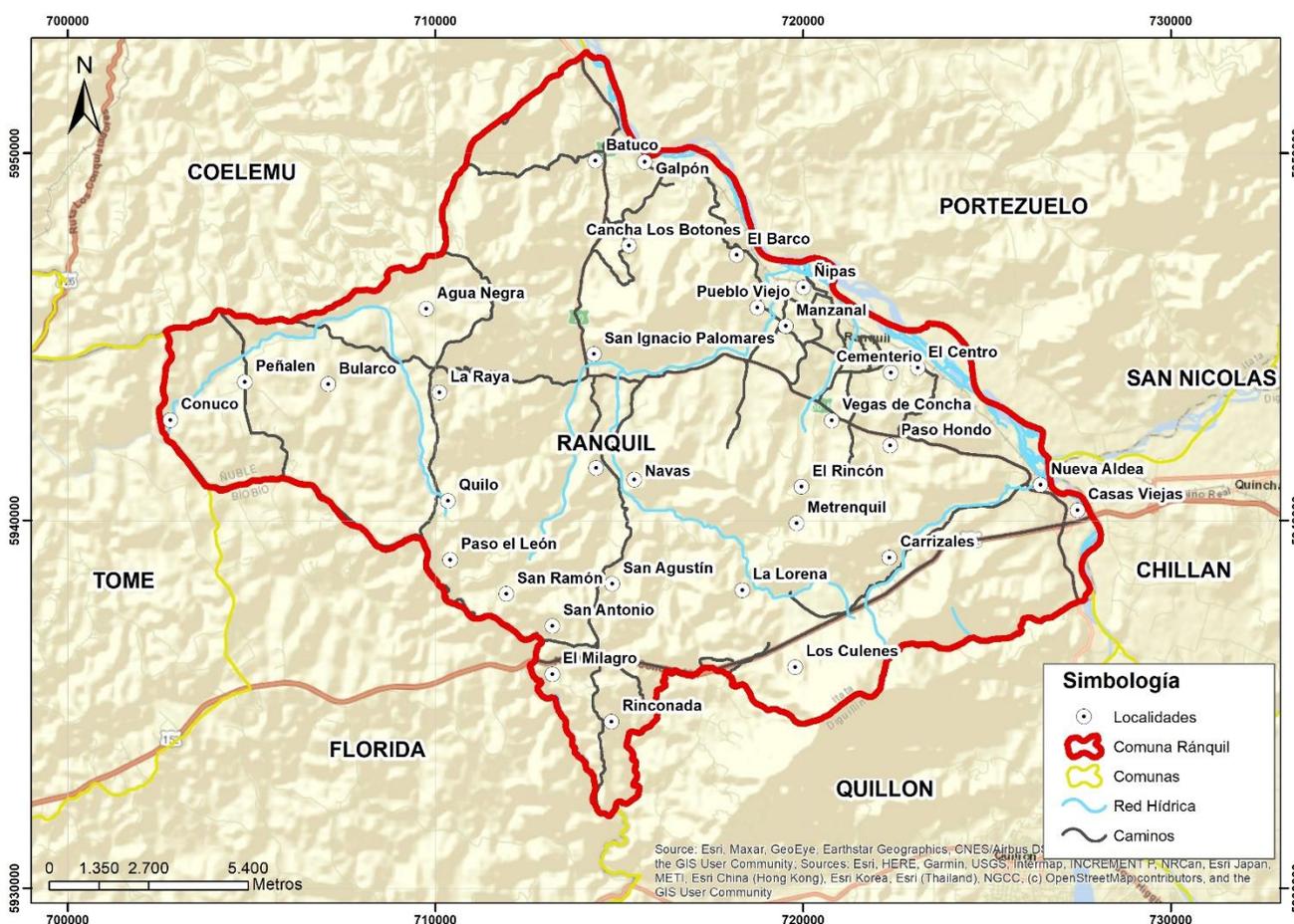


Figura 3-1: Comuna de Ránquil

Fuente: Elaboración propia.

Para esta iniciativa, la comuna fue dividida en dos macrozonas de análisis (Ver Figura 3-2):

1. Zona 1, donde se proponen alternativas de proyectos de riego utilizando para ello los derechos de aprovechamiento de aguas otorgados por Celulosa Arauco a la Municipalidad de Ránquil, los que corresponden a 100 L/s, de los cuales, ya el municipio ha asignado 4 L/s a agricultores de la zona.
2. Zona 2, en el que se han identificado otras fuentes de agua locales (diferentes a las aportadas por la municipalidad) para proponer proyectos de riego, colectivos, que puedan ser posteriormente financiados a través de la Ley 18.450.

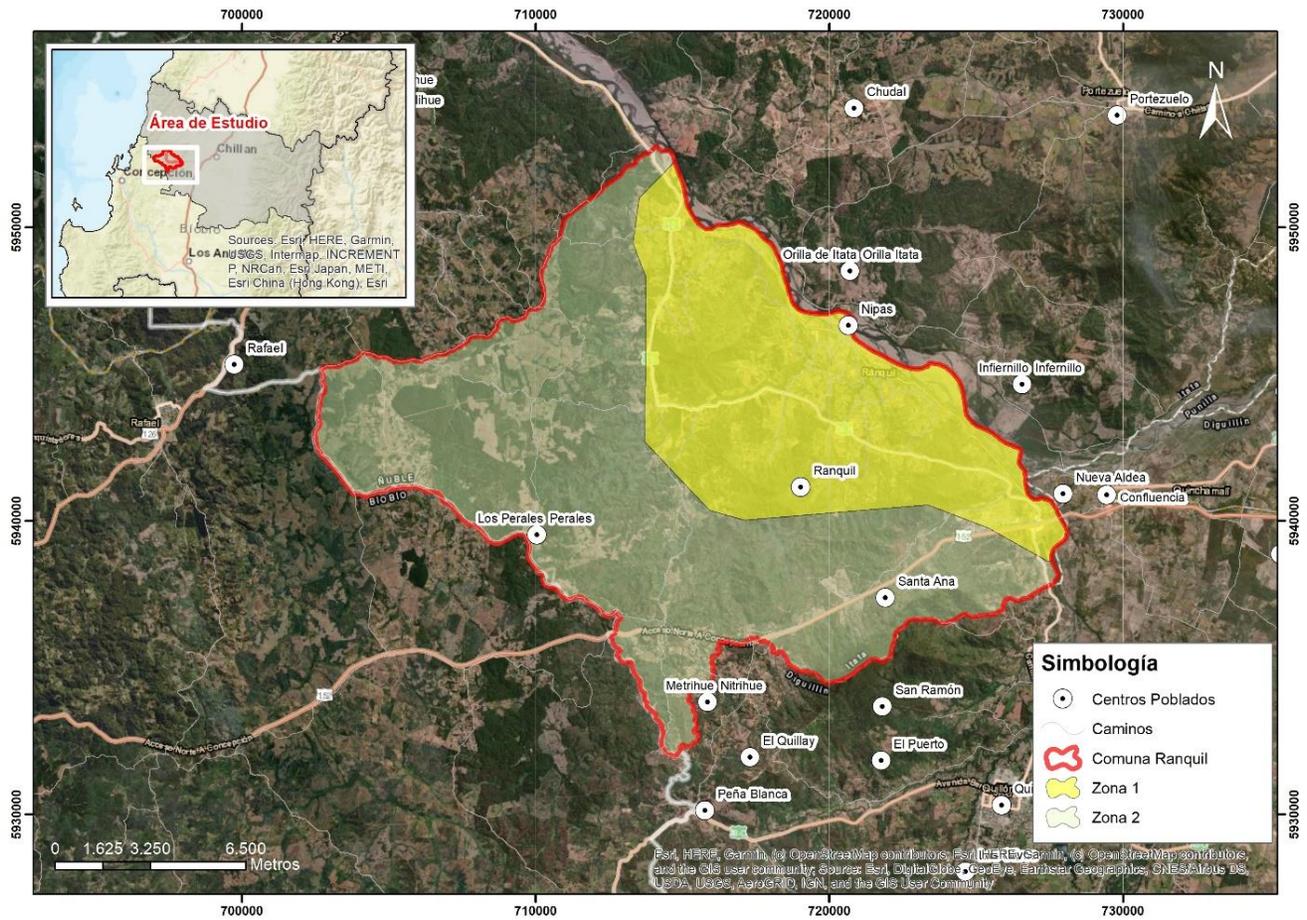


Figura 3-2: Sectorización área de estudio

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Antecedentes de Clima y Suelos

3.2.1. Introducción

El presente acápite tiene por objetivo, caracterizar el área de estudio desde el punto de vista del clima que domina en la zona y de los suelos presentes en sectores con potencial para proyectos comunitarios de riego, utilizando para ello las fuentes de información secundaria más actualizadas asociadas a estudios agroclimáticos y agrológicos en la zona. Esta información es analizada y complementada en Capítulo 9 del presente informe.

3.2.2. Descripción Agroclimática del Área de Estudio

La comuna de Ránquil, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, presenta un predominio de clima templado cálido con lluvias invernales (Csb). La temperatura media anual se encuentra en 13,7 °C y cuenta con precipitaciones medias anuales de 1.168 mm.

El PLADECO de la comuna (2016) por su parte, lo describe como una transición entre el dominio mediterráneo y el templado húmedo, es decir, con una estación seca prolongada y otra invernal concentrada en unos pocos meses del año. Presenta características lluviosas, nubosa y de temperaturas moderadas, donde sólo el efecto de las alturas tales como la Cordillera de los Andes y la Cordillera de la Costa modifican el patrón climático generando lluvias orográficas y condiciones más húmedas y frías en el caso de la primera, y canalización de vientos en la segunda.

Las características agroclimáticas asociadas al área de estudio dan cuenta de tres distritos, **8-9-2: Curanilahue**, **7-8-2: Empedrado** y **7-8-3: Cauquenes** (AGRIMED – U. de Chile, 2017). En la Figura 3-3 se muestra su distribución geográfica.

Se detallan a continuación las características y dimensionamiento de parámetros agroclimáticos de cada distrito mencionado:

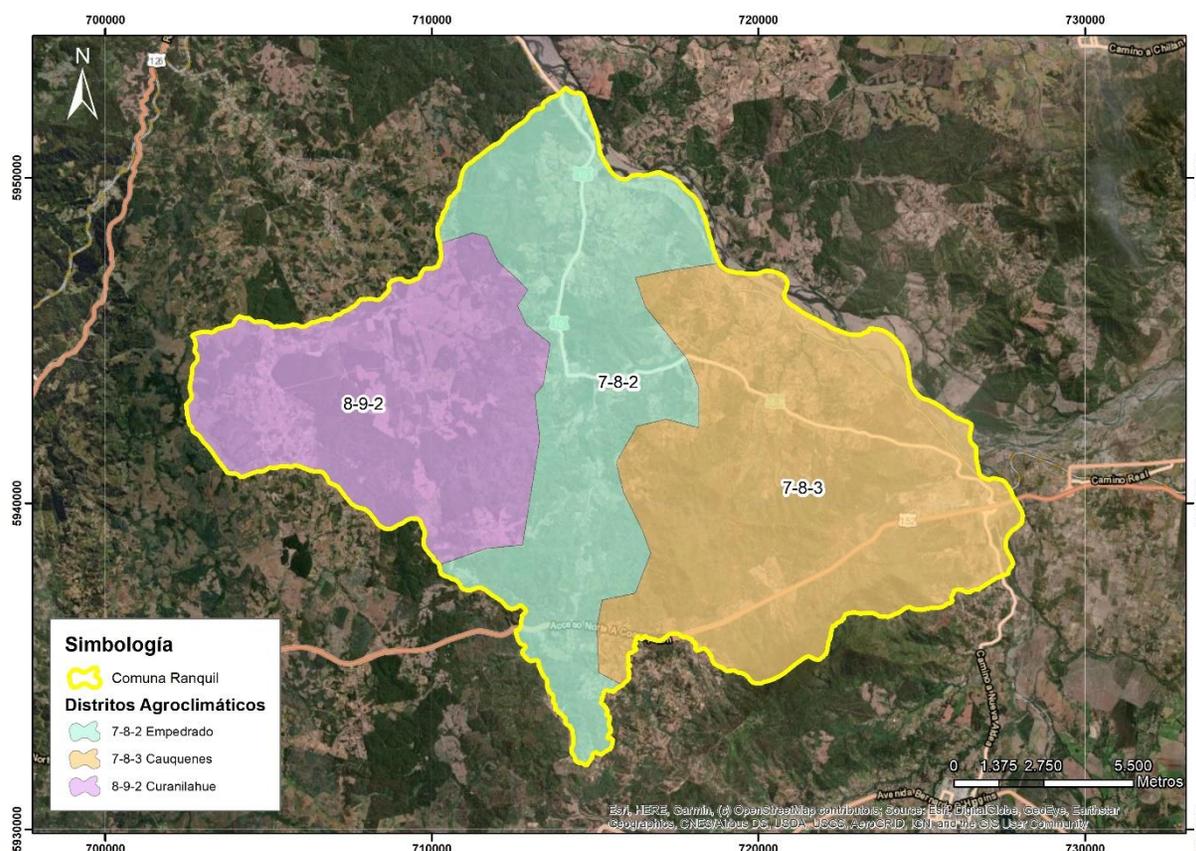


Figura 3-3: Distritos agroclimáticos presentes en el área de estudio

Fuente: AGRIMED – U. de Chile, 2017.

8-9-2: Curanilahue: Este distrito es de tipo Templado cálido supratermal con régimen de humedad subhúmedo húmedo (Csb2Shh). Su altitud media aproximada es de 339 m.s.n.m. y abarca una superficie total de 6.376 km².

La temperatura varía entre un máximo de enero de 25,1 °C y un mínimo de Julio de 5,8 °C. Posee 304 días consecutivos libre de heladas y en el año se registra un promedio de 4 heladas. El período de temperaturas favorables a la actividad vegetativa dura 9 meses. Registra anualmente 1.266 días grado y 452 horas de frío acumuladas hasta el 31 de Julio. La precipitación media anual es de 1.587 mm y un período seco de 4 meses, con un déficit hídrico de 475 mm/año. El período húmedo dura 6 meses durante los cuales se produce un excedente hídrico de 882 mm (Cuadro 3-1).

Cuadro 3-1: Parámetros agroclimáticos mensuales distrito 8-9-2 Curanilahue

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max (°C)	25,1	24,3	22	18,8	15,7	13,4	12,6	13	15,1	18,2	21,5	24,1	18,7
T. Min (°C)	10,8	10,5	9,5	8,3	7	6,1	5,8	6,1	6,7	7,9	9,3	10,4	8,2
T. Med (°C)	17,1	16,6	15,1	13	10,9	9,3	8,8	9,1	10,4	12,5	14,7	16,5	12,8
Días-grado (10-30°C)	214	197	151	96	56	34	23	24	49	85	141	195	1.266
DG Acum. (10-30°C)	635	833	984	1.079	1.135	1.170	1.192	1.217	1.266	85	226	421	1.266
Horas Frío (T < 7,2°C)	0	0	4	23	76	166	209	176	102	33	6	0	798
HF Acum. (T < 7,2°C)	*	*	*	*	76	242	452	628	730	763	770	770	798
R. Solar (Cal/cm²día)	571	544	471	371	271	198	171	198	271	371	471	544	371
H. Relativa (%)	75	75	77	80	83	85	85	84	82	79	77	75	80
Pp (mm)	31,7	31,7	47,6	111,1	238,1	317,4	238,1	238,1	127,0	95,2	63,5	47,6	1.587,2
Evap. Pot. (mm)	152,5	145,2	125,4	98,3	71,3	51,5	44,2	51,5	71,3	98,4	125,4	145,2	1.180,2
Def. Hidr. (mm)	121	114	78	0	0	0	0	0	0	3	62	98	475
Exc. Hid. (mm)	0	0	0	13	167	266	194	187	56	0	0	0	882
Heladas (T < 0°C)	0	0	0	0	0,2	0,8	1,2	0,8	0,4	0,1	0	0	3,5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, 2017.

7-8-2: Empedrado: Este distrito es de tipo Templado cálido supratermal con régimen de humedad subhúmedo seco (Csb2Shs). Su altitud media aproximada es de 244 m.s.n.m. y abarca una superficie total de 2.805 km².

La temperatura varía entre un máximo de enero de 27,1 °C y un mínimo de julio de 5,7 °C. Tiene un promedio de 300 días consecutivos libres de heladas, con un promedio de 3 heladas anuales. El período de temperaturas favorables a la actividad vegetativa dura 9 meses. Registra anualmente 1.595 días grado y 395 horas de frío acumuladas hasta el 31 de Julio. La precipitación media anual es de 858mm y un período seco de 6 meses, con un déficit hídrico de 838 mm/año. El período húmedo dura 4 meses durante los cuales se produce un excedente hídrico de 325 mm (Cuadro 3-2).

7-8-3: Cauquenes: Este distrito es de tipo Templado cálido supratermal con régimen de humedad subhúmedo seco (Csb2Shs) Altitud media aproximada: 186 msnm y abarca una superficie total de 3.359 km².

La temperatura varía entre un máximo de enero de 29,5 °C (máx. de 31 °C y mín. de 27,8 °C dentro del distrito) y un mínimo de julio de 5 °C (máx. de 6 °C y mín. de 4,3 °C dentro del distrito). Tiene un promedio de 262 días consecutivos libres de heladas. En el año se registra un promedio de 6 heladas. El período de temperaturas favorables a la actividad vegetativa dura 9 meses. Registra anualmente 1.754

días grado y 557 horas de frío acumuladas hasta el 31 de Julio. La precipitación media anual es de 816 mm y un período seco de 6 meses, con un déficit hídrico de 947 mm/ año. El período húmedo dura 4 meses durante los cuales se produce un excedente hídrico de 291 mm (Cuadro 3-3).

Cuadro 3-2: Parámetros agroclimáticos mensuales distrito 7-8-2 Empedrado

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max (°C)	27,1	26,2	23,7	20,4	17	14,6	13,7	14,2	16,4	19,7	23,3	26,1	20,2
T. Min (°C)	12,1	11,7	10,5	8,9	7,3	6,1	5,7	6,1	6,9	8,5	10,2	11,6	8,8
T. Med (°C)	18,7	18,1	16,4	14	11,6	9,9	9,3	9,7	11,1	13,5	16	18	13,9
Días-grado (10-30°C)	262	243	191	121	70	44	36	40	62	108	181	240	1.595
DG Acum. (10-30°C)	790	1.033	1.223	1.344	1.414	1.458	1.493	1.533	1.595	108	289	529	1.595
Horas Frío (T < 7,2°C)	0	0	0	11	57	146	192	153	77	18	1	0	655
HF Acum. (T < 7,2°C)	*	*	*	*	57	202	395	548	625	642	643	643	655
R. Solar (Cal/cm ² día)	621	592	512	403	295	215	186	215	295	403	512	592	403
H. Relativa (%)	68	69	72	75	78	81	82	80	78	74	71	69	75
Pp (mm)	8,6	17,2	17,2	68,6	154,4	180,2	137,3	102,9	68,6	51,5	25,7	25,7	857,9
Evap. Pot. (mm)	178,4	169,8	146,3	114,2	82,2	58,7	50,1	58,7	82,2	114,3	146,3	169,8	1.371,0
Def. Hidr. (mm)	170	153	129	46	0	0	0	0	14	63	121	144	838
Exc. Hid. (mm)	0	0	0	0	72	121	87	44	0	0	0	0	325
Heladas (T < 0°C)	0	0	0	0	0,2	0,8	1,3	0,8	0,3	0	0	0	3,3

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, 2017.

Cuadro 3-3: Parámetros agroclimáticos mensuales distrito 8-7-3 Cauquenes

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max (°C)	29,5	28,4	25,4	21,4	17,3	14,4	13,3	13,9	16,7	20,7	25,0	28,3	21,2
T. Min (°C)	12,2	11,7	10,4	8,6	6,8	5,5	5,0	5,5	6,4	8,2	10,1	11,6	8,5
T. Med (°C)	19,9	19,2	17,1	14,3	11,5	9,5	8,7	9,3	11,0	13,8	16,8	19,1	14,2
Días-grado (10-30°C)	297,0	275,0	214,0	131,0	71,0	41,0	32,0	37,0	63,0	118,0	203,0	272,0	1.754
DG Acum. (10-30°C)	891	1.166	1.380	1.511	1.582	1.622	1.654	1.691	1.754	118	322	594	1.754
Horas Frío (T < 7,2°C)	0	0	0	14	75	202	280	213	99	21	1	0	906
HF Acum. (T < 7,2°C)	*	*	*	*	75	277	557	770	869	890	891	891	906
R. Solar (Cal/cm ² día)	628	599	518	407	297	216	186	216	297	407	518	599	407
H. Relativa (%)	63	64	67	72	77	80	81	80	76	71	67	64	72
Pp (mm)	8,2	16,3	16,3	65,3	146,8	171,3	130,5	97,9	65,3	48,9	24,5	24,5	815,7
Evap. Pot. (mm)	195,4	185,7	159,0	122,6	86,3	59,6	49,9	59,6	86,3	122,7	159,0	185,7	1.471,8
Def. Hidr. (mm)	187	169	143	57	0	0	0	0	21	74	135	161	947
Exc. Hid. (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	61,0	112,0	81,0	38,0	0,0	0,0	0,0	0,0	291
Heladas (T < 0°C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,5	2,4	1,6	0,6	0,0	0,0	0,0	6,4

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, 2017.

3.2.3. Descripción de Suelos

El presente acápite tiene por objetivo describir, en base a antecedentes secundarios, las principales características de los suelos presentes en las cuencas en estudio, información que es complementada en el Capítulo 9 del presente informe, a través de una campaña de caracterización In Situ asociada a un análisis de laboratorio, lo que en conjunto permitió generar un análisis de adaptabilidad de especies agrícolas para estos suelos, en Situación Con Proyecto.

La información base para la presente caracterización, proviene del Estudio Agrológico de la Región del Biobío, de CIREN 2014, cuyos contenidos asocian el detalle de la descripción de cada una de las series y clasificaciones de suelos presentes en el área de estudio, cuya envolvente de área corresponde al trazado del límite comunal de la comuna de Ránquil.

La información que a continuación se presenta y analiza, está acotada por la mencionada envolvente, calculándose las superficies mediante cruce de información cartográfica en SIG. Por tanto, este proceso recibió como input las coberturas digitales, correspondientes al mapa base (envolvente) y las series de suelo.

De esta forma, se presenta gráficamente en la Figura 3-4 la mencionada envolvente con la distribución de series y clasificaciones de suelos del área de estudio en su interior, mientras que en el Cuadro 3-4, se presenta un resumen de la superficie abarcada por las distintas series y clasificaciones de suelo presentes en la envolvente del área de estudio, asociando un orden porcentual de magnitud.

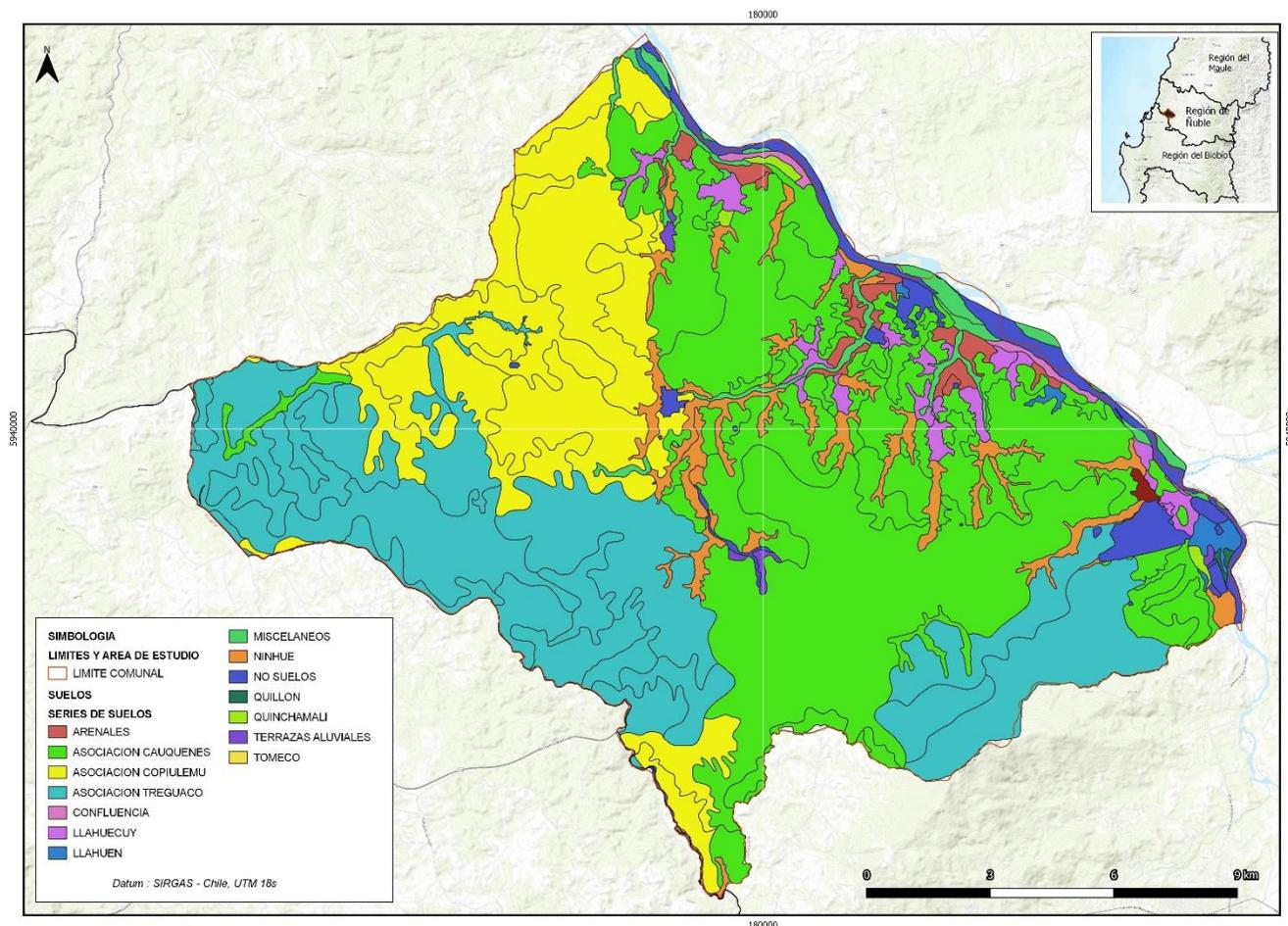


Figura 3-4: Series de suelos presentes en el área de estudio

Fuente: Elaboración propia, en base a CIREN (2014).

Cuadro 3-4: Series y clasificaciones de suelo envolvente área de estudio

Serie o Clasificación	Superficie (ha)	% del total
Asociación Cauquenes	9.310,2	37,4%
Asociación Treguaco	7.218,1	29,0%
Asociación Copiulemu	4.717,7	19,0%
Ninhue	1.096,1	4,4%
Llahuecuy	509,2	2,0%
Caja De Río	430,5	1,7%
Arenales	357,4	1,4%
Misceláneo Quebrada	241,2	1,0%
Misceláneo Río	215,9	0,9%
Industria	175,2	0,7%
Urbano	147,4	0,6%
Llahuén	137,1	0,6%
Confluencia	84,9	0,3%
Quinchamáli	60,5	0,2%
Terrazas Aluviales	59,7	0,2%
Tranque	30,1	0,1%
Tomeco	28,5	0,1%
Caja De Estero	28,1	0,1%
Quillón	14,1	0,1%
Misceláneo Pantano	5,5	0,0%
Cementerio	1,5	0,0%
Laguna	0,4	0,0%
Total	24.869,2	100,0%

Fuente: Elaboración propia, en base a CIREN (2014).

Se puede observar a partir de esta información, una gran diversidad de series y clasificaciones de suelo, lo cual guarda estrecha relación con la diversa geografía propia de la zona, donde es posible encontrar suelos influenciados por distintos procesos evolutivos a partir de diversos sustratos. No obstante, según la información presentada, es clara la predominancia en superficie de las Asociaciones Cauquenes, Treguaco y Copiulemu, las que representan un 85,4% de la superficie del área de estudio. Secundariamente se encuentran las series Ninhue, Llahuecuy y Arenales, que en conjunto abarcan un 7,9% de la superficie, mientras que el porcentaje restante (6,7%) se divide en el resto de las clasificaciones, donde la Caja de Río, Misceláneos de río y quebrada y Terrazas Aluviales tienen especial importancia, ya que muchos suelos aledaños al río Itata y que son potenciales beneficiarios de los proyectos en estudio, pertenecen a estas clasificaciones.

Las superficies de las series de suelo propiamente tal, están dadas por polígonos que representan superficies máximas de suelo, razón por la cual la superficie total de suelo disponible siempre será mayor a la superficie real de riego actual, ya que abarca zonas indirectamente productivas, casas, caminos, etc.

Por otra parte, en el Cuadro 3-5 se presenta, en base a la mencionada fuente y en una caracterización detallada, las capacidades de uso y las aptitudes de cada una de las series y clasificaciones presentadas, mostrando el detalle de las superficies desagregadas a nivel de variación de cada una.

Cuadro 3-5: Series y clasificaciones de suelo envolvente área de estudio, capacidad de uso y aptitudes según variación

Serie		Características del Suelo						Superficie (ha)
Nombre	Variación	Capacidad de Uso	Categoría de Riego	Erosión	Clase Drenaje	Aptitud Frutal	Aptitud Agrícola	
Arenales	ARN-3	IVs4	3s	0	6	D	4	45,9
	ARN-11	VIIe1	6	0	6	E	7	199,8
	ARN-14	IVe1	4t	0	6	D	4	111,7
Asociación Cauquenes	CQ-1	Vle1	6	2	5	E	6	1.083,1
	CQ-3	IVe1	4t	1	5	E	4	177,8
	CQ-4	VIIe1	6	3	5	E	7	2.166,3
	CQ-5	VIIe1	6	3	5	E	7	1.749,1
	CQ-6	VIIe1	6	4	5	E	7	3.734,3
	CQ-7	IVe1	4t	1	5	E	4	162,1
	CQ-8	VIIe1	6	4	5	E	7	237,5
	Asociación Copiulemu	CPU-1	VIIe1	6	2	5	E	7
CPU-3		Vle1	6	1	5	E	6	1.048,7
CPU-4		VIIe1	6	2	5	E	7	1,4
CPU-5		VIIe1	6	2	5	E	7	799,1
CPU-6		VIIe1	6	3	5	E	7	1.318,7
Asociación Treguaco	TG-1	IVs1	4t	1	5	D	4	205,1
	TG-2	Vle1	6	1	5	E	6	1.470,4
	TG-3	VIIe1	6	2	5	E	7	2.661,8
	TG-4	VIIe1	6	2	5	E	7	645,2
	TG-5	VIIe1	6	2	5	E	7	2.235,5
Confluencia	CFA-1	IIIs0	3s	0	5	C	3	84,9
Llahuecuy	LHY-1	IIle1	3t	0	5	B	3	295,5
	LHY-2	IIle1	3t	0	5	C	3	47,5
	LHY-4	IVe1	4t	0	5	D	4	49,8
	LHY-7V	IIIw3	3w	0	4	D	3	24,7
	LHY-10V	IVw2	4w	0	3	E	4	61,2
	LHY-11	IIIw2	2w	0	4	C	3	30,5
Llahuén	LHN-1	Ile2	2t	0	5	B	2	102,2
	LHN-2	IIw2	2w	0	4	C	2	30,2
	LHN-9	Vle1	6	1	5	E	6	4,8
Ninhue	NNH-1	IIIw2	3w	0	3	D	3	256,4
	NNH-2	IIIw2	3w	0	3	E	3	384,4
	NNH-3	IIIw2	3w	0	3	E	3	0,0
	NNH-7	IIIw2	2w	0	4	B	2	355,0
	NNH-8	IIs0	1	0	5	A	2	65,4
	NNH-10	IVw2	4w	0	2	E	4	35,0
Quillón	QLN-4V	VIIe1	6	0	6	E	7	14,1
Quinchamalí	QHL-1	Ile1	2t	0	5	B	2	60,5
Tomeco	TOM-1	IIIw2	3w	0	4	D	3	28,5
Misceláneo Pantano	PM-1	VIIw2	6	0	1	E	6	5,5
Misceláneo Quebrada	MQ	VIIe1	6	2	5	E	7	241,2
Misceláneo Río	MR	VIII	6	0	6	E	8	168,3
	MR-1	VIIIs0	6	0	6	E	6	47,6
Terrazas Aluviales	TA-9	IIIs0	3s	0	4	C	3	59,7
Caja De Estero	CDE	-	-	-	-	-	-	28,1
Caja De Río	CDR	-	-	-	-	-	-	430,5
Cementerio	CE	-	-	-	-	-	-	1,5
Industria	IND	-	-	-	-	-	-	175,2
Laguna	LA	-	-	-	-	-	-	0,4
Tranque	TR	-	-	-	-	-	-	30,1
Urbano	UR	-	-	-	-	-	-	147,4
Total								24.869,2

Fuente: Elaboración propia, en base a CIREN (2014).

La capacidad de uso, como uno de los parámetros de mayor relevancia, es descrito y analizado en el mencionado cuadro, el que resume la desagregación de la superficie del área de estudio según cada capacidad de uso identificada dimensionándolas en superficie (Cuadro 3-6). De esta forma, se debe destacar que en cuanto a capacidad de uso asociada a la aptitud para el riego (I a IV), el área de estudio se caracteriza por una escasa presencia de estas categorías, ya que no existe capacidad de uso I y la superficie asociada a capacidades II a IV solo alcanza el 11,1% del total del área de estudio. Se destaca además que las mayores capacidades de uso y mejores aptitudes de suelos están asociadas a series y clasificaciones tales como, Llahuecuy, Arenales, Asociaciones Cauquenes y Treguaco, y en especial, la serie Ninhue, que en la mayor parte de su superficie presenta capacidades de uso II y III.

Por otra parte, las clasificaciones de suelo que menores aptitudes y capacidades presentan, son las Asociaciones Cauquenes, Copiulemu y Treguaco, que caracterizan la mayor parte del área de estudio, presentando mayoritariamente capacidad de uso VII, equivalente al 71% del total de superficie.

Si se asume un criterio de implementación de manejo de suelos estricto, se puede teóricamente ampliar la incorporación de suelos de capacidad de uso VI a la actividad agrícola, con lo que la superficie regable podría aumentar a 6.281 ha, equivalente al 26,1% de la superficie.

Cuadro 3-6: Capacidad de uso de suelo envolvente área de estudio

Tipo	Capacidad de Uso	Superficie (ha)
Suelos Regables	Ile1	60,5
	Ile2	102,2
	IIs0	65,4
	IIfw2	30,2
	IIIe1	343,0
	IIIs0	144,6
	IIIIfw2	1.054,7
	IIIIfw3	24,7
	IVe1	501,5
	IVs1	205,1
	IVs4	45,9
	IVw2	96,2
Suelos no Regables	VIe1	3.606,9
	VIIe1	17.553,9
	VIIIs0	47,6
	VIIIfw2	5,5
	VIII	168,3
Otros Suelos		813,1
Total		24.869,2

Fuente: Elaboración propia, en base a CIREN (2014).

Del Cuadro 3-7 al Cuadro 3-11 se presenta la superficie consolidada por Categoría y Sub-Categoría de Riego, Clase de Drenaje, Aptitud Frutal, Aptitud Agrícola y Erosión, respectivamente, para el total de la superficie del área de estudio.

Cuadro 3-7: Categoría de riego suelos área de estudio

Categoría de Riego	Superficie (ha)	Condición
1	65,4	Muy Bien Adaptado
2t	162,7	Moderadamente Bien Adaptado
2w	415,6	Moderadamente Bien Adaptado
3s	190,5	Pobremente Adaptado
3t	343,0	Pobremente Adaptado
3w	693,9	Pobremente Adaptado
4t	706,6	Muy Pobremente Adaptado
4w	96,2	Muy Pobremente Adaptado
6	21.382,1	No Apto
Otros Suelos	813,1	-
Total	24.869,2	-

Fuente: Elaboración propia, en base a CIREN (2014).

Del Cuadro 3-7 se deduce que escasamente el 2,7% de los suelos poseen buena a moderada condición de adaptabilidad al riego, equivalentes a 644 ha, mientras que el resto son clasificados de pobremente a muy pobremente adaptados y no aptos, destacando que a esta última categoría pertenece el 88,9% de la superficie total del área de estudio (21.382 ha), considerando que para estos cálculos, no se considera la superficie categorizada como Otros Suelos. En la mayor parte de los suelos con alguna aptitud, no se recomiendan los métodos tradicionales de riego sin prácticas de conservación y se hace necesaria la implementación de sistemas tecnificados.

Dentro de este análisis, al cruzar la información de capacidad de uso con la de categoría de riego, aflora la justificación de la gran cantidad de superficie forestal en la zona.

En términos generales, como se observa en el Cuadro 3-8, la mayor parte de los terrenos poseen de buen drenaje, a drenaje excesivo (Categoría 6). El suelo bien drenado representa el 92,3% del área de estudio, siendo 2,4% de la superficie, los suelos con excesivo drenaje. Solo un 5,3 % presenta drenaje imperfecto a muy pobremente drenado.

Cuadro 3-8: Clase de drenaje Suelos envolvente área de estudio

Drenaje Actual	Superficie (ha)	Denominación
1	5,5	Muy Pobremente Drenado
2	35,0	Pobremente Drenado
3	702,0	Drenaje Imperfecto
4	528,5	Drenaje Moderado
5	22.197,8	Bien Drenado
6	587,4	Excesivamente Drenado
Otros Suelos	813,1	-
Total	24.869,2	-

Fuente: Elaboración propia, en base a CIREN (2014).

Muy en relación con la categoría de riego, el Cuadro 3-9 presenta la Aptitud Frutal de los suelos, en donde se observa claramente que el área de estudio presenta, según esta categorización, solamente un 3,7% de la superficie clasificada como suelos sin limitación y con ligeras limitaciones, 1,1%

con moderadas a severas limitaciones y un 92,3% sin aptitud frutal, en el total del área de estudio, sin considerar la categoría Otros Suelos.

Al hacer un recorrido visual por la imagen satelital del área de estudio se observa la mayoritaria tendencia de los suelos a la actividad forestal o bien al cultivo en laderas en secano con vid vinífera.

Cuadro 3-9: Aptitud frutal suelos envolvente área de estudio

Aptitud Frutal	Superficie (ha)	Denominación
A	65,4	Sin Limitación
B	813,2	Ligera Limitación
C	252,8	Moderada Limitación
D	722,1	Severa Limitación
E	22.202,6	Sin Aptitud
Otros Suelos	813,1	-
Total	24.869,2	-

Fuente: Elaboración propia, en base a CIREN (2014).

Como se observa en el Cuadro 3-9, la categoría D de aptitud frutal (severas limitaciones), se asocia a suelos de capacidad de uso entre III y VI, dependiendo de cómo estén categorizados en cuanto a las demás aptitudes. Por su parte la categoría de aptitud frutal E (sin aptitud), se asocia en general a capacidades de uso de VII a VIII. De esta forma, los suelos con severas limitaciones y sin aptitud frutal constituyen el 95,3% de la superficie total de la envolvente descontando Otros Suelos, lo que lleva a entender el destino forestal de la mayor parte de los suelos.

Cuadro 3-10: Aptitud agrícola y forestal suelos envolvente área de estudio

Aptitud Agrícola	Superficie (ha)	Denominación
2	613,3	Ligeras Limitaciones
3	1.212,0	Moderadas Limitaciones
4	848,7	Severas Limitaciones
6	3.660,0	Preferentemente Praderas
7	17.553,9	Preferentemente Forestal
8	168,3	Sin Aptitud
Otros Suelos	813,1	-
Total	24.869,2	-

Fuente: Elaboración propia, en base a CIREN (2014).

La Aptitud Agrícola y Forestal (Cuadro 3-10), viene a corroborar el análisis de las anteriores categorizaciones para los suelos del área de estudio. Al respecto se debe señalar que del total del área de estudio sólo un 7,6% de la superficie presenta ligeras a moderadas limitaciones para la agricultura. Un 15,2% presenta categoría preferentemente praderas y un 73% de los suelos presenta solo aptitud forestal. Cabe destacar que solo un 0,7% del total (sin considerar Otros Suelos) no presenta ninguna aptitud.

Cuadro 3-11: Erosión actual suelos envolvente área de estudio

Erosión	Superficie (ha)	Grado
0	2.564,2	Ninguna o Leve
1	3.068,9	Ligera
2	9.217,1	Moderada
3	5.234,2	Severa
4	3.971,8	Muy Severa
Otros Suelos	3.971,8	-
Total	28.027,9	-

Fuente: Elaboración propia, en base a CIREN (2014).

Finalmente, al analizar la situación actual de erosión de los suelos (Cuadro 3-11) se observa, según esta fuente, que el 23,4% de los suelos presenta ninguna o leve a ligero nivel de erosión, mientras que un 76,6% (descontando categoría Otros Suelos) está afectado por un grado moderado a severo de erosión. Lo anterior se explica, dada la gran proliferación de explotación agrícola en laderas de cerros de relativa pendiente, en especial con vid vinífera, dejando gran porcentaje de la superficie descubierta y expuesta a procesos erosivos observables frecuentemente en terreno.

3.3. Zonas Agrícolas y Productividad

A continuación, se realiza una caracterización agroproductiva del área de estudio considerando, para tales efectos, la información censal vigente, proveniente del VII Censo Agropecuario y Forestal INE 2007, en complemento con otras fuentes que logran actualizar en alguna medida algunos aspectos de la caracterización. Para tales fines, se caracterizará la superficie agrícola perteneciente a la comuna de Ránquil, equivalente al área de estudio.

Se puede observar según los resultados del Censo INE (2007) que la superficie de predios con menos de 50 ha constituye el 41% de la superficie total, correspondiente al 95,3% de las explotaciones. Mientras que el 59% se asocia solo al 4,7% de los predios. Por otra parte, no existen al año del Censo predios de tamaño sobre 2.000 ha (ver Cuadro 3-12).

Cuadro 3-12: Explotaciones agropecuarias con tierra

Rango de tamaño (ha)	Nº de Explotaciones con tierra	Sup (ha) 2007
Menores de 1	156	70,4
De 1 a menos de 5	265	635,6
De 5 a menos de 10	88	604,2
De 10 a menos de 20	69	984,4
De 20 a menos de 50	52	1.601,9
De 50 a menos de 100	13	914,4
De 100 a menos de 200	8	1.261,1
De 200 a menos de 500	9	2.913,8
De 500 a menos de 1000	1	520,0
De 1000 a menos de 2000	0	0,0
De 2000 y más	0	0,0
Total Superficie	661	9.505,9

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal, INE (2007).

En relación a la información anterior, en el área de estudio existen 17.365 ha censadas. De éstas, el 54,7% tienen actividad agropecuaria, mientras que el 45,3% restante es superficie forestal, la que se asocia solo a 20 predios (Cuadro 3-13). Esta información se asocia estrechamente a las descritas capacidades de uso de los suelos presentes, donde CIREN categoriza 17.554 ha con aptitud preferentemente forestal de un área total analizada de 24.869,2 ha.

Cuadro 3-13: Resumen de información predial área de estudio año 2007

Tipo Explotaciones	Nº	Sup. (ha) 2007
1. Total Censadas	681	17.365,2
1.1 Agropecuarias	661	9.505,9
1.1.1 Con Tierra	661	9.505,9
1.1.1.1 Con Actividad	656	9.476,2
1.1.1.2 Temporalmente sin Actividad	5	29,7
1.1.2 Sin tierra	0	-
1.2 Explotaciones Forestales	20	7.859,3

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal, INE (2007).

Por otra parte, la distribución de la superficie agropecuaria con tierra y con actividad para el área de estudio se resume en el Cuadro 3-14. De esta información se observa que, del total de superficie de explotaciones agropecuarias, sólo un 19% corresponde a suelos de cultivo a nivel comunal y 16,7% a nivel regional. La mayor cantidad de superficie se clasifica como “otros suelos” (81 y 83,3% respectivamente), principalmente constituido por praderas naturales y plantaciones forestales. Se observa a nivel comunal que, del total de superficie de cultivo, el 77,7% corresponde a cultivos anuales y permanentes, mientras que el resto corresponde a suelos con barbecho y forrajeras.

Cuadro 3-14: Superficie agropecuaria área de estudio año 2007

Superficie agropecuaria según uso del suelo	Sup. 2007 (ha) Comuna	Sup. 2007 (ha) Región
Total Explotaciones Agropecuarias	9.505,9	1.790.901,0
Total suelos de cultivo	1.810,3	299.716,1
Cultivos anuales y permanentes	1.406,2	209.205,3
Forrajeras permanentes y de rotación	1,1	49.957,9
En barbecho y descanso	402,9	40.552,9
Total otros suelos	7.695,6	1.491.184,9
Praderas mejoradas	18,5	63.820,5
Praderas naturales	2.944,2	543.929,5
Plantaciones forestales	2.512,2	231.973,3
Bosque nativo	493,5	338.880,5
Matorrales	718,2	120.715,5
Infraestructura	66,9	21.441,1
Terrenos estériles	942,1	170.424,5

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal, INE (2007).

Debe destacarse, para efectos de actualizar y precisar alguna información a nivel global comunal, la información proporcionada por Sistema de Monitoreo de Ecosistemas Forestales 2018 en relación al uso de suelo, la comuna de Ránquil, el que consigna para la comuna una superficie total de 24.854,6 ha, de las cuales, el uso áreas urbanas e industriales representan el 1,6% (415,5 ha), 29,1% de la

comuna son terrenos agrícolas (7.212,1 ha), lo sigue el uso praderas y matorrales con 5% (1.243,7 ha) de la superficie, el uso bosque con 62,8% (15.570,4 ha), el uso humedales con <0,01% (10,9 ha), le sigue el 0,3% (131,5 ha) de uso áreas desprovistas de vegetación y finalmente el 1,2% (270,5 ha) con uso cuerpos de agua.

Según la fuente censal, se presenta en el Cuadro 3-15, la estructura de cultivos presente en la comuna de Ránquil al 2007, donde se observa el dominio en superficie de la vid vinífera como el principal rubro en la zona seguido de lejos por los frutales, cereales y las hortalizas. El resto de superficie la constituyen las forrajera, legumbres y tubérculos.

Esta parte de la caracterización coincide plenamente en lo que se visualiza actualmente en términos proporcionales en el área de estudio, dada la aptitud preferentemente forestal de los suelos y dada la tradición vitivinífera de secano en la zona. Por otro lado, la vida campesina y la demanda local de alimentos se sostiene en gran medida en la superficie hortícola y frutal informada.

Cuadro 3-15: Estructura de cultivos área de estudio año 2007

Cultivo	Superficie (ha) 2007	Estructura (%)
Cereales	78,2	5,54
Leguminosas y tubérculos	27,3	1,93
Cultivos industriales	1,0	0,07
Hortalizas	49,6	3,51
Flores	0,4	0,03
Plantas forrajeras	3,1	0,22
Frutales	105,4	7,47
Viñas y parronales viníferos	1.146,7	81,23
Viveros	0,0	0,00
Semilleros	0,0	0,00
TOTAL	1.411,7	100,00

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal, INE (2007).

En relación a la anterior información, se presenta en el Cuadro 3-16 el detalle de la distribución de superficie de vid vinífera al año del Censo, tanto variedades blancas como tintas, constatándose que prácticamente la totalidad de la superficie asociada a este cultivo es de secano, corroborando también la apreciación del equipo consultor en sus primeros recorridos en terreno.

Cuadro 3-16: Superficie plantada vid vinífera área de estudio año 2007

Tipo	Sup Riego (ha)	Sup Secano (ha)
Viníferas	5,9	1.140,8
Tintas viníferas	5,9	577,6
Corrientes	5,9	537,0
Finas	0,0	40,6
Blancas viníferas	0,0	563,2
Corrientes	0,0	547,8
Finas	0,0	15,4
Pisqueras	0,0	0,0
Total	5,9	1.704,0

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal, INE (2007).

Sin embargo, una actualización de esta información según el último Catastro Vitícola Nacional del SAG, 2018, existe una disminución de la superficie de vid vinífera apreciable en el Cuadro 3-17, el que muestra en detalle la equitativa distribución de las distintas cepas blancas y tintas cultivadas actualmente en la comuna de Ránquil, superficie abarcada principalmente por las variedades Cinsault, Moscatel de Alejandría y uva País.

La mencionada disminución podría deberse a múltiples factores, dentro de los cuales el precio de la uva pagado por intermediarios y empresas procesadoras de vino es abusivamente bajo, no siendo rentable su producción sino para elaborar y comercializar vinos propios, cosa que una minoría de los productores es capaz de hacer. Por otro lado, el avance de la industria forestal, el costo de la mano de obra, la escasez de precipitaciones para el secano y la incursión productiva en otros frutales de mayor rentabilidad, son también factores que han ido en detrimento de la superficie vitivinícola.

Cuadro 3-17: Superficie plantada vid vinífera área de estudio año 2018

Superficie Cepas Vineras (ha)	
Cepas Blancas	
Blanca ovoide	0,9
Chardonnay - Pinot Chardonnay	13,3
Chasselas	9,0
Moscatel de Alejandría - Blanca Italia	541,3
Moscatel rosada	1,1
Pedro Jiménez	0,3
Semillon	2,1
Torontel	18,2
Total	586
Cepas tintas	
Cabernet Franc - Cabernet Franco	1,2
Cabernet Sauvignon - Cabernet	48,4
Cargadora	13,2
Carignan - Carignane, Cariñena	10,7
Carmenère - Grande Vidure	7,1
Cinsault	162,8
Corinto	9,9
Cot - Cot Rouge, Malbec, Malbek, Malbeck	2,4
Merlot	6,9
País - Mission, Criolla	308,7
Pinot Noir - Pinot Negro	3,0
Syrah - Sirah, Shiraz	2,6
Tintorerías	2,0
Total	578,9
Total cepas blancas y tintas	1.164,9

Fuente: Catastro Vitícola, SAG (2018).

En el Cuadro 3-18 se presenta la distribución de la superficie destinada a especies frutales en la comuna de Ránquil según el Censo de 2007. Es evidente la gran adaptabilidad de especies frutales en el área para ser consideradas en una situación con proyecto, en especial especies orientadas a la exportación como la uva de mesa, la palta y nogal. Gran porcentaje de estos estaban en formación al año del Censo, lo que habla preliminarmente de un rubro en crecimiento.

No obstante, y según se aprecia en el Cuadro 3-19, donde se actualiza la superficie de frutales por el último Catastro Vitivinícola Nacional de CIREN ODEPA, 2018, queda en evidencia una disminución en la superficie frutícola comunal, en especial de olivos y cerezos, lo que según antecedentes de terreno, se debe al déficit hídrico en etapas de floración, que ha mermado constantemente la producción los últimos años. No obstante, se aprecia un crecimiento en otros frutales como el palto, nogal y arándano en forma incipiente. Cabe destacar que en estas estadísticas no figura la categoría huerto casero como sí lo hace en el Censo de 2007, categoría que suma no despreciable superficie dada la gran cantidad de predios que los desarrollan con diversas especies.

Cuadro 3-18: Superficie de frutales área de estudio año 2007

Frutales	Superficie Plantada con Frutales (ha) 2007			
	En Formación		En Producción	TOTAL
	Plantada en el Año Agrícola 2006/2007	Total		
Cerezo	4,4	13,6	16,7	30,3
Duraznero consumo fresco	0,0	0,0	0,4	0,4
Huerto casero	0,0	0,0	5,9	5,9
Limonero	0,0	0,0	0,5	0,5
Manzano rojo	0,0	0,0	0,9	0,9
Nogal	1,0	4,2	0,9	5,1
Olivo	1,3	17,6	37,7	55,3
Otros frutales	0,5	2,6	1,5	4,1
Palto	2,7	2,9	0,0	2,9
TOTAL	9,9	40,9	64,5	105,4

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal, INE (2007).

Cuadro 3-19: Superficie de frutales área de estudio año 2018

Especie	Superficie (ha)
Olivo	23,6
Palto	15,7
Nogal	10,0
Arándano	8,1
Cerezo	6,7
Mora cultivada e híbridos	1,4
TOTAL	65,5

Fuente: CIREN – ODEPA, 2018.

INE (2007) indica que el 3,5% de la superficie con cultivos anuales o permanentes en la comuna posee hortalizas (49,6 ha). Tal como se muestra en el Cuadro 3-20, la mayor relevancia en términos de superficie la tiene la huerta casera y el tomate fresco al aire libre, siendo casi nula la producción en invernaderos a ese año.

Cuadro 3-20: Superficie de hortalizas área de estudio año 2007

Hortalizas	Superficie Hortalizas (ha) 2007		
	Al Aire Libre	Invernadero	Total
Arveja verde	2,4	0,0	2,4
Choclo	1,1	0,0	1,1
Huerta casera	21,3	0,0	21,3
Lechuga	0,0	0,1	0,1
Otras hortalizas	2,0	0,0	2,0
Poroto verde	0,3	0,1	0,4
Tomate consumo fresco	21,8	0,6	22,4
TOTAL	48,9	0,7	49,6

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal, INE (2007).

El Cuadro 3-21 muestra la superficie y el rendimiento promedio del grupo de cereales, leguminosas y tubérculos, de acuerdo a INE (2007), donde se advierte la escasa superficie asociada a estos cultivos, siendo mayor la superficie asociada a la papa, cultivo de buena adaptabilidad y de orientación tanto comercial como de autoconsumo en la zona.

Cuadro 3-21: Superficie de cereales, leguminosas y tubérculos área de estudio año 2007

Cultivo	Superficie 2007 (ha)			Rend. Promedio (qqm/ha)
	Total	En riego	En secano	
Arveja (grano seco)	0,8	0	0,8	12,5
Avena (grano seco)	15,5	1,5	14	22,45
Maíz (grano seco)	18,2	1,9	16,3	25,55
Otros cereales	0,6	0	0,6	0
Papa	13,7	2,9	10,8	77,59
Poroto consumo interno	12,4	0,9	11,5	13,95
Poroto de exportación	0,4	0	0,4	20
Trigo blanco	43,9	5,2	38,7	19,64
TOTAL	105,5	12,4	93,1	-

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal, INE (2007).

El detalle de especies ganaderas a nivel comunal indica que la masa ganadera está representada mayoritariamente por ganado bovino (52%), seguida del equino (25%) y porcino (17%). El Cuadro 3-22 resume las cabezas de ganado por especie. La escasa masa ganadera en la comuna guarda estrecha relación a la escasa superficie asociada a praderas artificiales y forrajeras en la zona, cultivos usualmente regados por métodos tradicionales (tendido), que ante la escasez hídrica se minimiza su elección como alternativa productiva.

Cuadro 3-22: Existencias pecuarias área de estudio año 2007

Especie	Cabezas
Bovinos	501
Ovinos	34
Cerdos	161
Equinos	239
Caprinos	0
Camélidos	0
Jabalíes	0
Ciervos	0
Conejos	24

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal, INE (2007).

A nivel de área de estudio, y como se ha comentado anteriormente, es importante la superficie forestal en la comuna de Ránquil, dada las características de aptitud preferentemente forestal de la mayoría de los suelos y porque la mayor parte de estos está en muy pocos predios, lo más probable de grandes empresas forestales. Evidencia de esto es la totalidad de dicha superficie plantada con pino insigne y eucaliptus (Cuadro 3-23).

Cuadro 3-23: Superficie especies forestales área de estudio año 2007

Especies Forestales	Sup. 2007 (ha)
Álamo	0,0
Aromo	0,0
Eucaliptus nitens	0,0
Eucaliptus globulus	652,5
Pino radiata (insigne)	4.524,7
Pino Oregón	0,0
Raulí	0,0
Coigüe	0,0
Roble	0,0
Tamarugo	0,0
Plantaciones mixtas	0,0
Otras especies	0,0
TOTAL	5.177,2

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal, INE (2007).

No obstante, y como ya se mencionó, el Sistema de Monitoreo de Ecosistemas Forestales determina que la superficie comunal asociada a bosques es al 2018 equivalente a 15.570,4 ha, de las cuales solo a 1.130 ha son de bosque nativo, siendo todo el resto de bosque artificial, donde el 51% sería de Eucaliptus y el 49% de Pino insigne, estadísticas que dejan en evidencia que el crecimiento forestal en la zona ha sido avasallador en la comuna en desmedro del bosque nativo y de la agricultura.

En cuanto a sistemas de riego intrapredial, se puede observar en el Cuadro 3-24, que de un total de 1.406 ha de superficie de cultivos anuales y permanentes en la comuna, solo 119,2 ha son de riego, lo que refleja la escasez de recursos para el desarrollo de agricultura regada, ya que como se analizó en los antecedentes de calidad de suelos, existen aproximadamente 644 ha con aptitud de riego buena a moderada en la comuna. Se destaca que de las 119,2 ha, el 83,6% de la superficie está tecnificada al año

del Censo, en especial con goteo y cintas, lo que va muy de la mano con la necesidad de maximizar el uso del agua de riego ante la escasez.

Cuadro 3-24: Sistemas de riego utilizados en área de estudio año 2007

Método de Riego	Sup. (Ha)	%
Riego gravitacional	16,8	14,1
Tendido	5,6	4,7
Surco	3,6	3,0
Otro tradicional	7,6	6,4
Mecánico mayor	2,8	2,3
Aspersión tradicional	0,7	0,6
Carrete o pivote	2,1	1,8
Microriego	99,6	83,6
Goteo y cinta	93,3	78,3
Microaspersión y microjet	6,3	5,3
Total Superficie Regada	119,2	100,0

Fuente: VII Censo Agropecuario y Forestal, INE (2007).

Desde el punto de vista del empleo generado por el rubro silvoagropecuario al año del Censo en la comuna, es posible constatar el escaso número de empleos permanentes, asociados principalmente al género masculino (Cuadro 3-25). Es posible suponer que esto se asocia a trabajo en empresas forestales y fundos vitivinícolas en la comuna. Por otra parte, el empleo temporal, donde se visualiza una mayor participación femenina, constituye la mayor cantidad de empleo agrícola, en especial en los meses de febrero y marzo donde ocurre la vendimia de la importante superficie de vides en la comuna.

Cuadro 3-25: Empleo temporal y permanente comuna de Ránquil 2007

Tipo	Mujeres	Hombres
Empleo Permanente		
Total	2	47
Empleo Estacional o Temporal		
Mayo - Junio - Julio 2006	47	201
Agosto - Septiembre - Octubre 2006	1	81
Noviembre - Diciembre 2006 - Enero 2007	12	31
Febrero - Marzo - Abril 2007	375	981

Fuente: Censo Agropecuario INE 2007.

Se concluye a partir de la información de caracterización analizada, que el desarrollo de la agricultura no ha experimentado una evolución positiva de significancia en la última década en la comuna de Ránquil, lo que se asocia a varios factores que juegan en contra, tales como la disponibilidad y calidad de los suelos, el constante y creciente déficit hídrico que afecta a la agricultura tradicional de secano y con mayor razón la de riego, pero sobre todo, la aplastante alternativa de uso forestal de los suelos impulsada por la gran industria forestal presente en la zona.

Como se ha descrito, la mayor parte de los predios son pequeños a medianos y en su generalidad se asocian a la actividad agrícola, por lo que impulsar el desarrollo agrícola para esta masa de pequeños agricultores, a través de proyectos que hagan disponible el recurso hídrico para regar, es una

importantísima tarea, de un valioso impacto y constituye un objetivo tremendamente interesante para el presente estudio lograr que se materialice.

3.4. Antecedentes Hidrológicos

3.4.1. Fuentes Consultadas

En la presente consultoría, y con el fin de alimentar los métodos de estimación de la oferta hídrica de cada cuenca de interés se utilizarán estadísticas hidrológicas actualizadas al año hidrológico 2019/20. Asimismo, esta información podrá servir como criterio para jerarquizar los sitios que se encuentren en análisis.

Las variables hidrometeorológicas para analizar para este aspecto corresponden a precipitaciones mensuales (PPM), temperaturas medias mensuales (TMM) y caudales medios mensuales (QMM). Para la obtención de las estadísticas se acudió al Explorador Climático del CR2 (<http://explorador.cr2.cl/>) el cual reúne estaciones de distintas redes de medición, entre ellas, la DGA, DMC, INIA y Agromet.

Se preseleccionaron aquellas estaciones vigentes cuya ubicación sea representativa de las cuencas a estudiar. Posteriormente, en base a la disponibilidad de datos en cada una, se realiza la selección, dejando sólo aquellas estaciones con información para el relleno.

Para caracterizar las cuencas se utilizarán los modelos de elevación ALOS PALSAR de resolución 12.5 metros proporcionados por el IDE.

En Anexo 3-1, se presentan los registros de datos tabulados que se analizan en los siguientes apartados para la caracterización hidrológica.

3.4.2. Relleno de Información Hidrometeorológica

Para rellenar la información hidrometeorológica faltante de las estaciones, se utiliza un modelo de regresión lineal corregido con una variable aleatoria (relleno estocástico) que permite preservar los parámetros estadísticos de cada serie, según la expresión:

$$Y_1 = \alpha \cdot Y_2 + \beta + \sqrt{1 - R^2} \cdot \varepsilon \cdot S_Y$$

Donde:

- Y_1 : La variable que se desea rellenar
- Y_2 : La variable que se utilizará para rellenar la estadística de Y_1
- α : Pendiente de la regresión entre la variable Y_1 e Y_2

- β : Coeficiente de intersección de la regresión entre la variable Y_1 e Y_2
- R^2 : Coeficiente de determinación de la regresión entre la variable Y_1 e Y_2
- ϵ : Error aleatorio asociado a una distribución normal $N(0,1)$
- S_y : Desviación estándar de la serie Y_1 original

Esta metodología de relleno se presenta con más detalle en la Revista SOCHID Vol. 10, Fernández B. y Salas J., 1995, y ha sido ampliamente utilizada en estudios para la DGA y Dirección de Obras Hidráulicas (DOH). La ventaja de este método es que preserva la variabilidad natural que existe originalmente entre ambas series y no ve afectado su coeficiente de determinación inicial al utilizar directamente el relleno mediante correlación lineal simple.

La metodología se puede utilizar para rellenar directamente las series de precipitación, temperaturas o caudales, o bien utilizar variables transformadas para aquellas series que poseen asimetría negativa o positiva, o una alta variabilidad de valores extremos.

3.4.3. Caracterización de las Cuencas en el Área de Estudio

Dentro del área de estudio correspondiente a la comuna de Ránquil se identifica la presencia de las siguientes subsubcuencas:

- Rio Itata entre Ñuble y estero Chaudal
- Rio Itata entre estero Coñaco y Ñuble
- Costeras entre Rio Itata y Pingueral

La distribución espacial y la proporción de cada una de estas unidades dentro del área en estudio se pueden observar en la Figura 3-5, donde en color rojo se puede ver delimitado el área de estudio correspondiente a la comuna de Ránquil.

Una vez identificadas las subsubbcuencas que componen el área de estudio, se procede a realizar la caracterización altimétrica de estas, para esto se utiliza el modelo de elevación digital ALOS PALSAR con resolución de 12.5 metros, en el Cuadro 3-26 se presentan los estadísticos de elevación y de superficie, tanto para la porción de subsubcuenca dentro del área en estudio, como para su totalidad.

Cuadro 3-26: Características espaciales de las subsubcuencas

Cuenca	Proporción de la cuenca analizada	Elevación promedio	Elevación mínima	Elevación máxima	Pendiente promedio	Área
		[m]	[m]	[m]	[grados]	[km2]
Costeras Entre Rio Itata y Rio Pingueral	Parcial	298.1	236.0	416.0	6.7	41.8
	Total	260.7	19.0	560.0	10.3	377.6
Rio Itata Entre Rio Ñuble Bajo Estero Chudal	Parcial	166.7	27.0	803.0	10.1	160.6
	Total	153.4	26.0	803.0	9.3	344.1

Cuadro 3-26: Características espaciales de las subsubcuencas

Cuenca	Proporción de la cuenca analizada	Elevación promedio	Elevación mínima	Elevación máxima	Pendiente promedio	Área
		[m]	[m]	[m]	[grados]	[km2]
Rio Itata entre Estero Coyanco y Rio Ñuble	Parcial	217.3	43.0	811.0	10.4	45.3
	Total	208.5	43.0	811.0	9.6	392.9

Fuente: Elaboración propia.

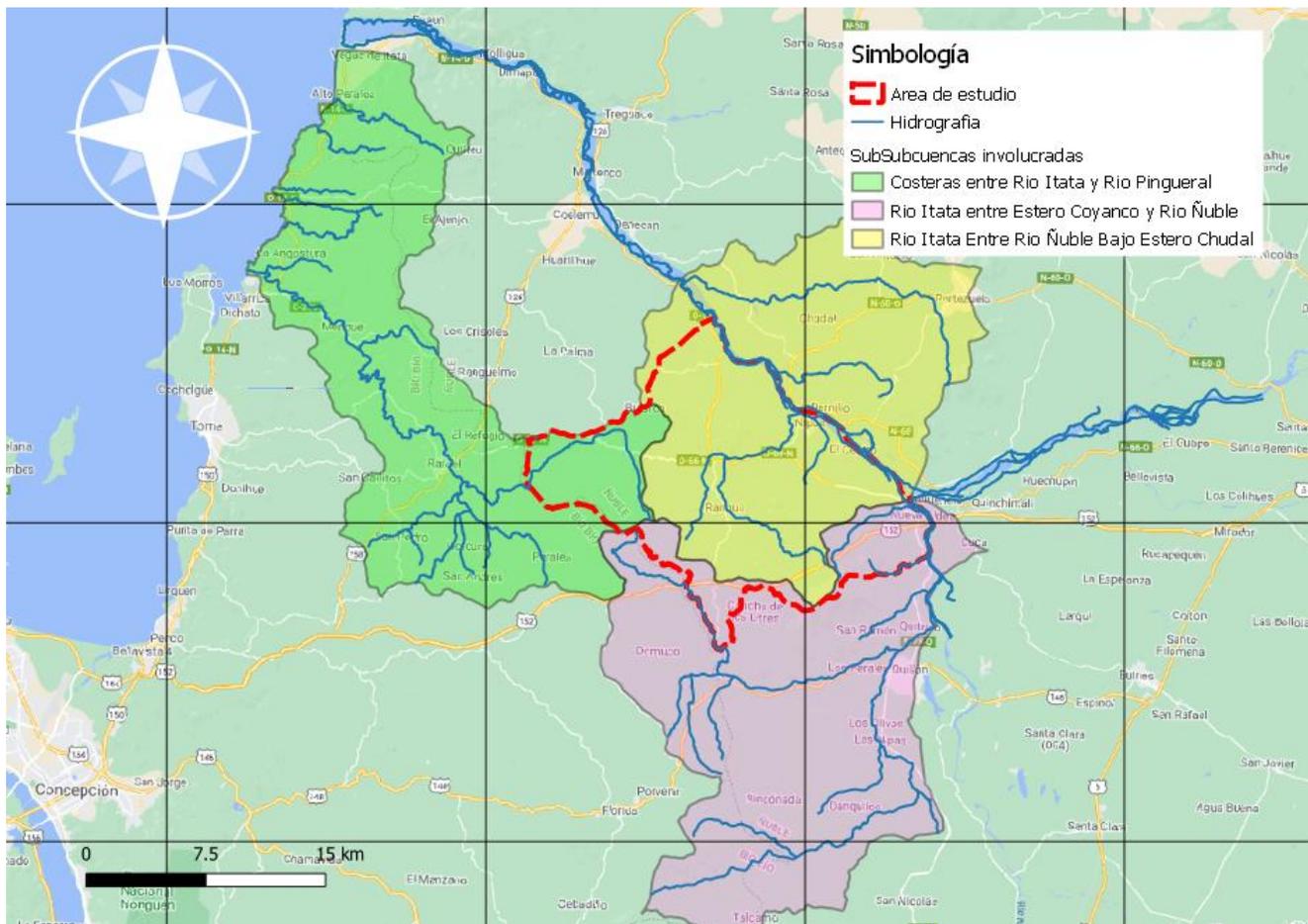


Figura 3-5: Subsubcuencas presentes en el área de estudio

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4. Antecedentes Hidrometeorológicos

3.4.4.1. Fluviometría

En la Figura 3-6 se muestra la ubicación de todas las estaciones Fluviométricas vigentes presentes en el área de estudio y sus alrededores, para cada una de estas se examinará la extensión de su serie de datos.



Figura 3-6: Estaciones fluviométricas presentes en el área de estudio

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 3-27 se puede ver la disponibilidad de datos en las estaciones examinadas. Se observa que la estación Río Itata en Paso Hondo presenta un porcentaje de datos inferior al 66% por lo que se optara por no rellenarla, por el contrario, si se completara la estadística para estación Río Itata en Balsa Nueva Aldea, por lo que con esta estación se podrá analizar los caudales de forma directa en el área en estudio.

Cuadro 3-27: Disponibilidad de QMM en el área de estudio (cantidad de meses con datos al año)

Estación/Año hidrológico	Río Itata Balsa Nueva Aldea	Río Itata En Coelemu	Río Itata Paso Hondo
1989	12	11	0
1990	12	10	0
1991	12	10	0
1992	8	12	0
1993	5	12	0
1994	3	12	0
1995	10	12	0

**Cuadro 3-27: Disponibilidad de QMM en el área de estudio
(cantidad de meses con datos al año)**

Estación/Año hidrológico	Rio Itata Balsa Nueva Aldea	Rio Itata En Coelemu	Rio Itata Paso Hondo
1996	11	10	0
1997	12	10	0
1998	7	12	0
1999	11	11	0
2000	12	10	0
2001	12	10	0
2002	12	12	0
2003	12	12	0
2004	12	12	0
2005	11	12	0
2006	11	10	9
2007	12	12	10
2008	12	12	12
2009	12	12	12
2010	12	12	12
2011	12	12	7
2012	12	10	11
2013	12	9	12
2014	7	11	10
2015	6	12	11
2016	12	9	12
2017	11	12	11
2018	11	10	11
2019	11	8	12
Meses con dato %	85	89	40

QMM= Caudal medio mensual; TMM= temperatura media mensual; PMM= Precipitación medio mensual
Fuente: Elaboración propia.

Curva de variación estacional

Los gráficos de Curvas de Variación Estacional proporcionan información sobre la distribución de valores hidrológicos como las precipitaciones y el caudal, respecto al tiempo y la probabilidad de que dichos eventos ocurran. Para su elaboración se realiza un análisis de frecuencias para cada mes del año y se obtienen valores mensuales asociadas a una probabilidad de ocurrencia.

Con las series de datos rellenas, se ordenan los valores de cada año que corresponden al mismo mes de manera descendente y se realiza un análisis de frecuencia; para cada valor se determina la probabilidad que el evento sea igualado utilizando la ecuación de Weibull:

$$P(X \geq x_m) = \frac{m}{n + 1}$$

A continuación, en el Cuadro 3-28, se presentan los valores con los que se ha generado las Curvas de Variación Estacional de caudales para la estación Río Itata en Nueva Aldea, cuyo procedimiento de cálculos se encuentran en el Anexo 3-1.

Cuadro 3-28: Curva de variación estacional Río Itata Balsa Nueva Aldea (m³/s) para el periodo 1989/2019

Pexc (%)	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPTI	OCT	NOV	DIC	ENW	FEB	MAR
1	85.7	881.8	714.3	740.1	492.6	561.1	458.2	163.4	107.6	87.3	33.9	101.4
5	75.4	456.8	617.3	561.8	422.5	449.3	276.1	139.0	104.7	43.1	33.0	44.6
10	59.7	279.0	511.1	443.8	376.0	306.4	208.3	125.7	65.7	24.6	22.8	24.3
50	26.1	51.5	184.1	197.9	231.3	176.8	108.6	55.2	30.4	13.8	10.7	13.6
60	22.4	43.8	166.7	188.2	167.8	163.2	97.5	48.3	20.8	12.1	9.7	12.1
85	16.2	29.5	80.5	96.5	131.7	92.9	47.3	25.9	13.6	9.2	6.7	6.6
90	14.0	24.0	60.5	86.0	104.0	68.5	45.6	16.9	13.0	6.1	4.8	5.7
95	6.7	16.9	40.0	75.4	76.2	60.8	31.6	14.3	8.9	4.6	3.6	3.3

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3-7 se muestra la representación gráfica de las Curvas de Variación Estacional de la estación Río Itata en Nueva Aldea, se puede observar que los caudales más grandes se presentan durante los meses de invierno lo cual indica que el caudal del río se ve altamente influenciado por las precipitaciones.

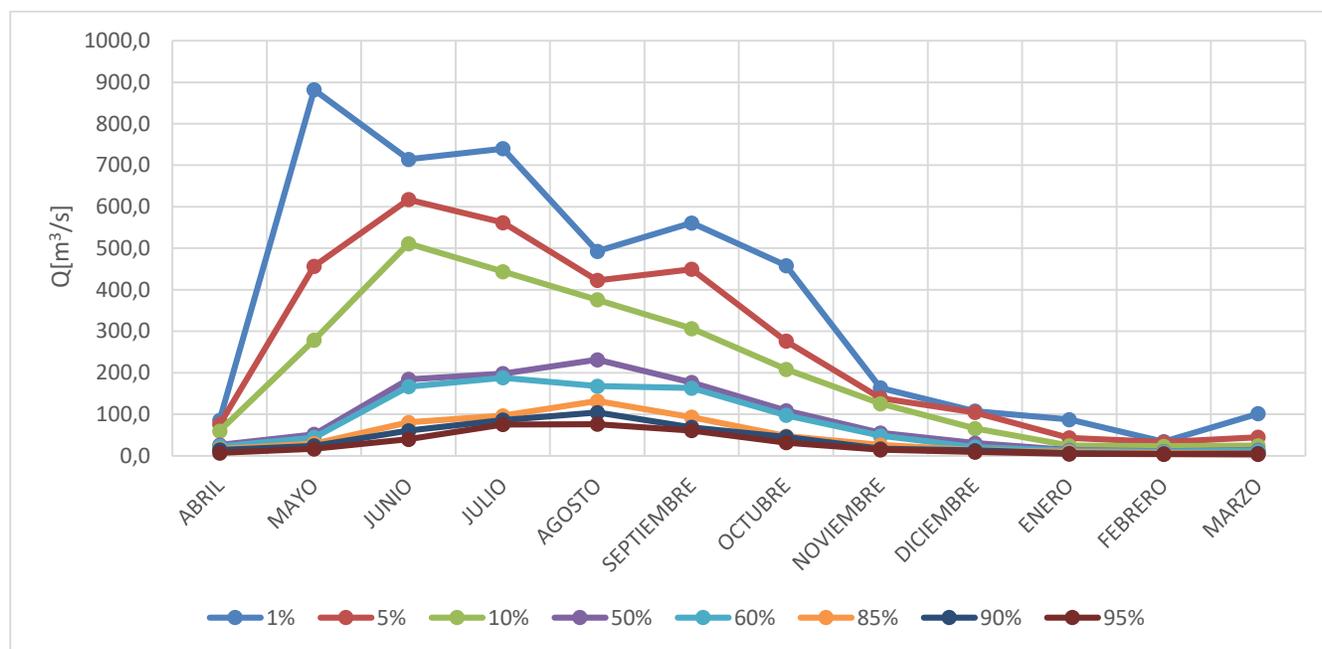


Figura 3-7: Curva de variación estacional Río Itata Balsa Nueva Aldea periodo 1989/2019

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4.2. Pluviometría

En la Figura 3-8, se muestra la ubicación de todas las estaciones pluviométricas vigentes y presentes en el área de Estudio y sus alrededores, para cada una de estas se examinará la extensión de su serie de datos.

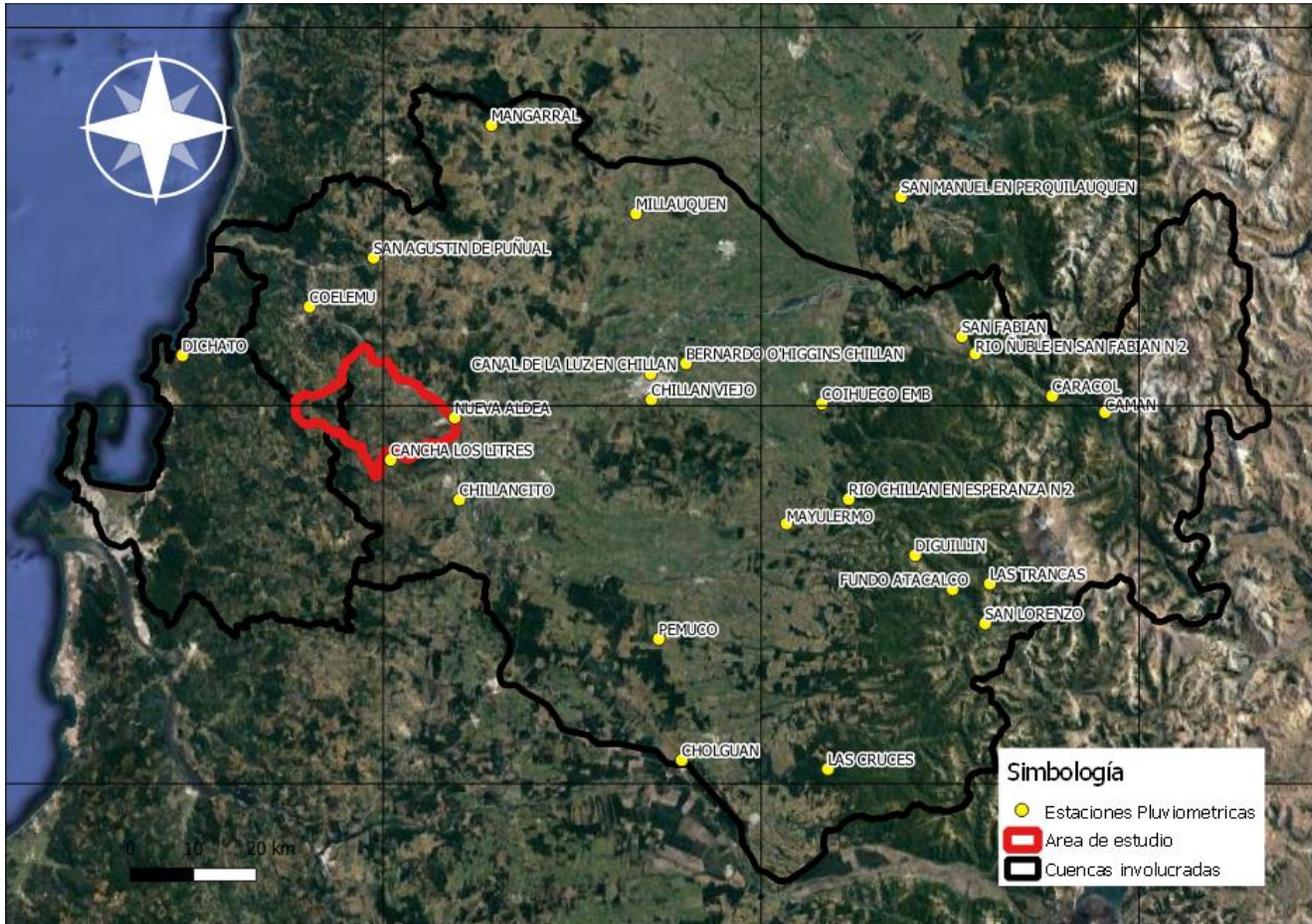


Figura 3-8: Estaciones pluviométricas presentes en el área de estudio

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 3-29, se puede ver la disponibilidad de datos en las estaciones examinadas. Se observa que existen 3 estaciones que presentan un porcentaje de datos debajo del 66% por lo que no pueden ser rellenadas.

Cuadro 3-29: Disponibilidad de PPM en el área de estudio (cantidad de meses con datos al año)

Estación/Año hidrológico	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Meses con dato %
Bernardo Ohiggins Chillan ad DMC	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	7	0	0	89.3
Camán DGA	0	0	0	7	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	9	12	9	12	84.1
Canal de la luz en Chillan DGA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	34.6
Cancha Los Litres DGA	0	0	0	3	12	12	12	12	12	12	8	11	9	12	10	11	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	81.3
Caracol DGA	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12	12	10	12	12	96.1
Chillan Viejo DGA	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	97.1
Chillancito DGA	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	11	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	96.1
Cholguan DGA	9	12	11	12	12	12	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	95.3
Coelemu DGA	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	11	12	96.4
Coihueco Embalse DGA	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	96.6
Dichato DGA	12	12	8	8	12	12	12	11	12	12	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	94.0
Diguillin DGA	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	5	12	94.8
Fundo Atacalco DGA	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	1	0	0	0	84.6
Las Cruces DGA	0	0	0	3	12	12	11	12	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	84.4
Las Trancas DGA	8	12	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	95.1
Mangarral DGA	0	0	3	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	88.0
Mayulermo DGA	0	0	2	11	12	12	12	12	12	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12	12	12	12	10	12	12	12	87.0
Milauquen DGA	0	0	2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	87.5
Nueva Aldea DGA	12	12	12	12	12	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	96.4
Pemuco DGA	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	96.6
Perquillauquen DGA	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	6	0	0	0	85.9
Rafael DGA	0	0	0	3	12	12	12	12	12	12	12	11	12	12	12	6	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12	11	82.6
Río Chillan en Esperanza N 2 DGA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	34.1
Río Nuble en San Fabian N2 DGA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	7	12	12	12	12	12	12	12	8	12	12	12	12	12	12	12	9	12	56.0
San Agustín de Puual DGA	0	0	0	3	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	84.9	
San Fabian DGA	9	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	94.8	
San Lorenzo	11	10	12	12	11	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	66.9

Fuente: Elaboración propia.

Posterior al proceso de relleno de los datos (consultar Anexo 3-1), se procede a graficar las precipitaciones promedio, como se dispone de una gran cantidad de estaciones se seleccionarán solo algunas, que cumplan con el criterio de pertenecer a un mismo cauce. En las Figura 3-9 y Figura 3-10 se presentan las precipitaciones para el río Itata y Ñuble respectivamente, se observa que en la zona alta de la cuenca es donde se genera la mayor cantidad de precipitaciones y estas decrecen en función de la cota.

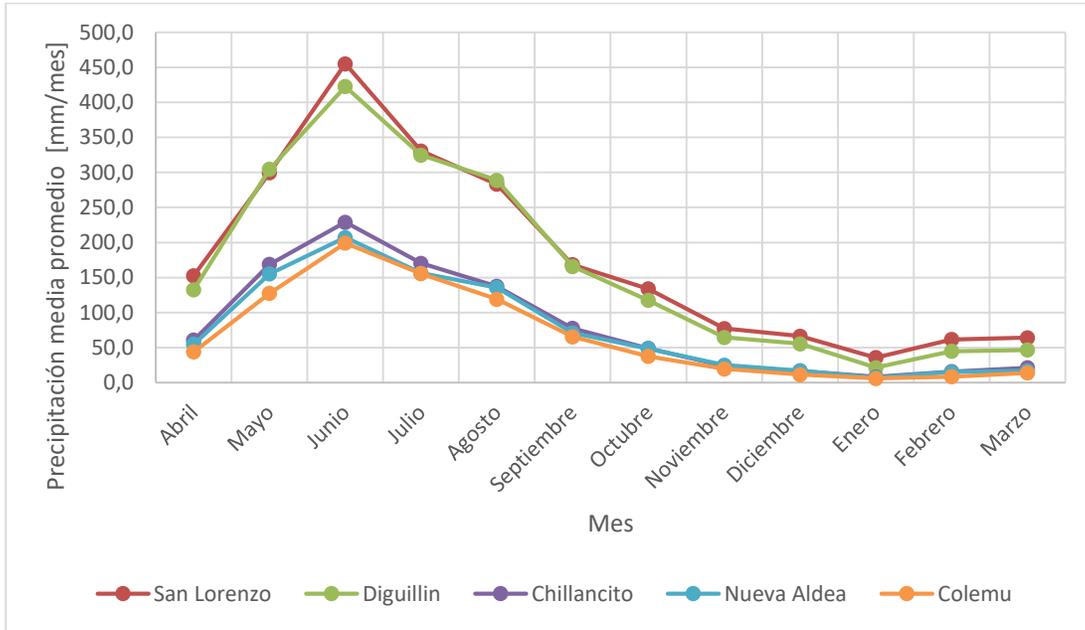


Figura 3-9: Precipitaciones promedio a lo largo de río Itata y afluentes

Fuente: Elaboración propia.

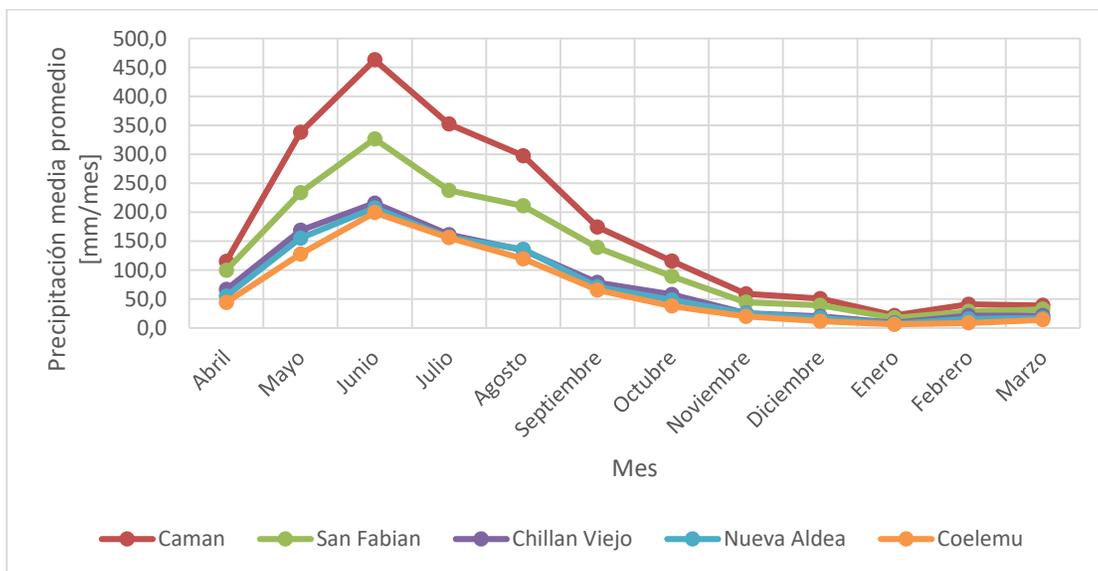


Figura 3-10: Precipitaciones promedio a lo largo de río Ñuble y afluentes

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4.3. Temperaturas

En la Figura 3-11, se muestra la ubicación de todas las estaciones de temperatura vigentes y presentes en el Área de Estudio (pre selección), mientras que en el Cuadro 3-30, se puede ver la disponibilidad de datos con la posterior selección.



Figura 3-11: Estaciones de temperatura presentes en el área de estudio

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 3-30: Disponibilidad de TMM en el área de estudio y estaciones seleccionadas para el relleno
(cantidad de meses con dato al año)**

Estación\Año hidrológico	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Meses con dato %
Alto Mallines	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12	12	12	12	8	0	0	0	0	12	0	11	12	12	12	12	12	43
Ohiggins Chillan DMC	12	12	12	11	3	4	11	12	5	11	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	9	12	12	11	4	12	12	12	12	63
CS Concepcion DMC	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	10	12	12	12	12	12	12	12	12	99
CS GHCN	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	100
Coihueco Embalse	11	12	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Digua Embalse	12	12	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12	10	12	12	10	12	32
Diguillin DGA	12	12	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Ohiggins GHCN	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	9	4	4	3	4	2	4	5	4	4	12	12	10	7	6	12	12	12	12	12	45
M Dolores Los Angeles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	3	1	1	12	12	11	12	10	12	11	7	27
Parral DGA	12	12	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10	11	12	12	12	12	33

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Antecedentes Hidrogeológicos

La región del Ñuble presenta tres zonas morfoestructurales: la Cordillera de la Costa, la Depresión Central y la Cordillera Principal. La comuna de Ránquil se encuentra ubicada en la Cordillera de la costa, limitando al este con la zona morfoestructural de la depresión central.

La geología presente en Ránquil corresponde mayoritariamente a rocas intrusivas: CPg y Kiag. Por otro lado, en las riveras del Río Itata se encuentran depósitos no consolidado Q1. A continuación se describen las series geológicas mencionadas:

CPg: Unidad geológica compuesta por un complejo plutónico de composición que varía entre tonalita y granodiorita, con sectores menos extenso de diorita cuarcífera y granito (Aqualogy Medioambiente Chile, 2013). Las rocas presentes en el complejo han sido sometidas a intensos fenómenos cataclásticos, los que se evidencian en el fracturamiento de cristales de cuarzo y feldespato (Aquaterra Ingenieros Limitada, 2011). Además, mantienen una relación de contacto intrusivo con las rocas del Basamento metamórfico e infrayace de forma discordante erosiva, a las series sedimentarias y sedimentario volcánicas del Triásico. El complejo fue nombrado el Batolito de la Costa por: González-Bonotino; 1970; Herve et al. 1976.

Kiag: Corresponden a cuerpos intrusivos cretácicos, que representan altos topográficos, sobresaliendo del nivel medio de las rocas graníticas (CPg). Están compuestas por dioritas y monzodioritas de piroxeno y hornblenda, granodioritas, monzogranitos de hornblenda y biotita (Rhyma, 2018).

Q1: Son depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa. Formados por materiales no consolidados: gravas, ripios y arenas (Rhyma, 2018). Los depósitos se encuentran en todos los causes de la región, no solo en los ríos principales.

PPIm: Definida como la Formación Mininco, está compuesta por sedimentitas lagunares y fluviales, representadas por areniscas tobáceas, limolitas y conglomerados, con intercalaciones de arcillolitas y tobas (Rhyma, 2018).

La división de las zonas morfoestructurales y la clasificación geológica presente en la zona de estudio se muestra en la Figura 3-12.

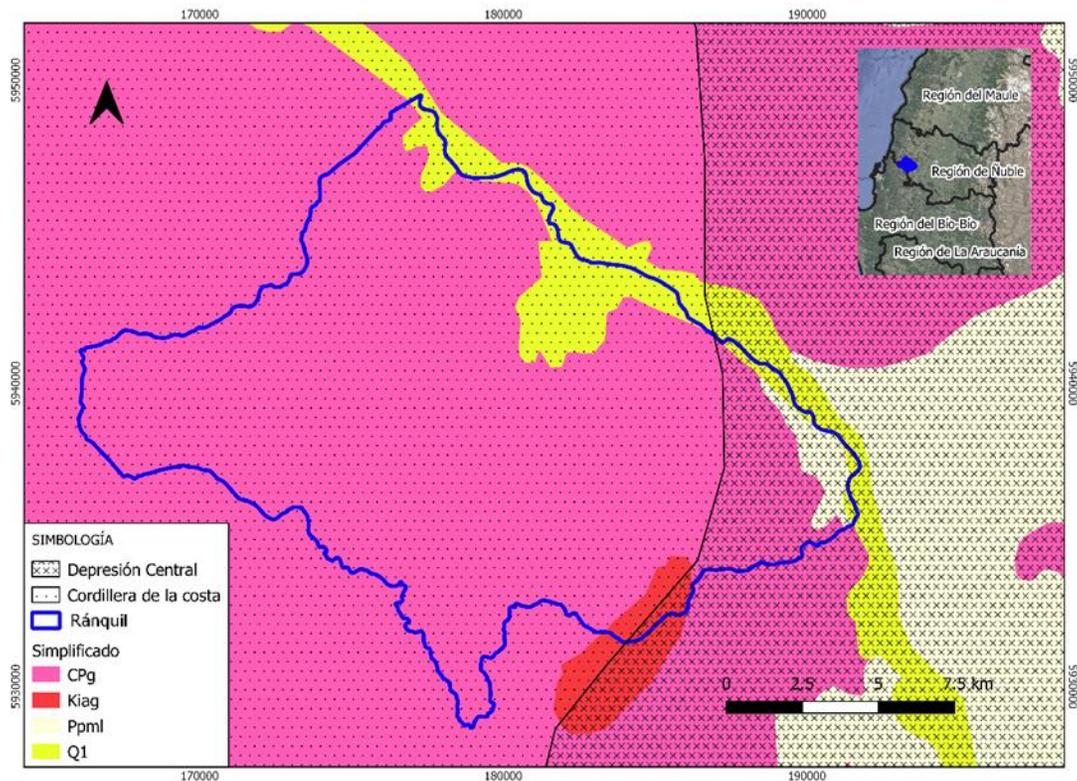


Figura 3-12: Unidades geomorfológicas y morfológicas en la comuna de Ránquil

Fuente: Elaboración propia, en base de Aquaterra Ingenieros Limitada (2011).

El Acuífero del Río Itata es el único acuífero existente de carácter freático en la Cuenca del Río Itata. Corresponde a una gran unidad hidrogeológica que posee variaciones laterales y en profundidad de su permeabilidad. En el estudio del año 2011 “Estudio Hidrogeológico Cuencas Biobío e Itata” de Aquaterra Ingenieros Limitada, se reconocen principalmente dos subunidades hidrogeológicas dentro del acuífero, la unidad A y B. La unidad A son sectores reducidos que poseen sedimentos de granulometría media con una leve presencia de finos, que provocan una alta permeabilidad. Por otro lado, la unidad B es, por amplia diferencia, la unidad más común en todo el acuífero está formada por; arenitas finas y limonitas; depósitos morrénicos y glacio-lacustre, los que, debido a su gran presencia de finos, causan que el acuífero en general tenga una permeabilidad media baja. A partir del perfil estratigráfico desarrollado por el estudio, utilizando expedientes de pozos catastrados, se observa que en el sector del acuífero que se encuentra en la comuna de Ránquil, corresponde a la unidad B. El mismo estudio, además, definen seis subacuíferos que conforman esta única unidad hidrogeológica, diferenciados por el tipo de relleno permeable presente. En la comuna de Ránquil se encuentran los tipos de subacuíferos uno y seis. El tipo seis corresponde a los depósitos fluvio-aluviales (Q1), mientras que el subacuífero tipo uno se trata de la Formación Mininco. Lo anterior se observa en la Figura 3-13.

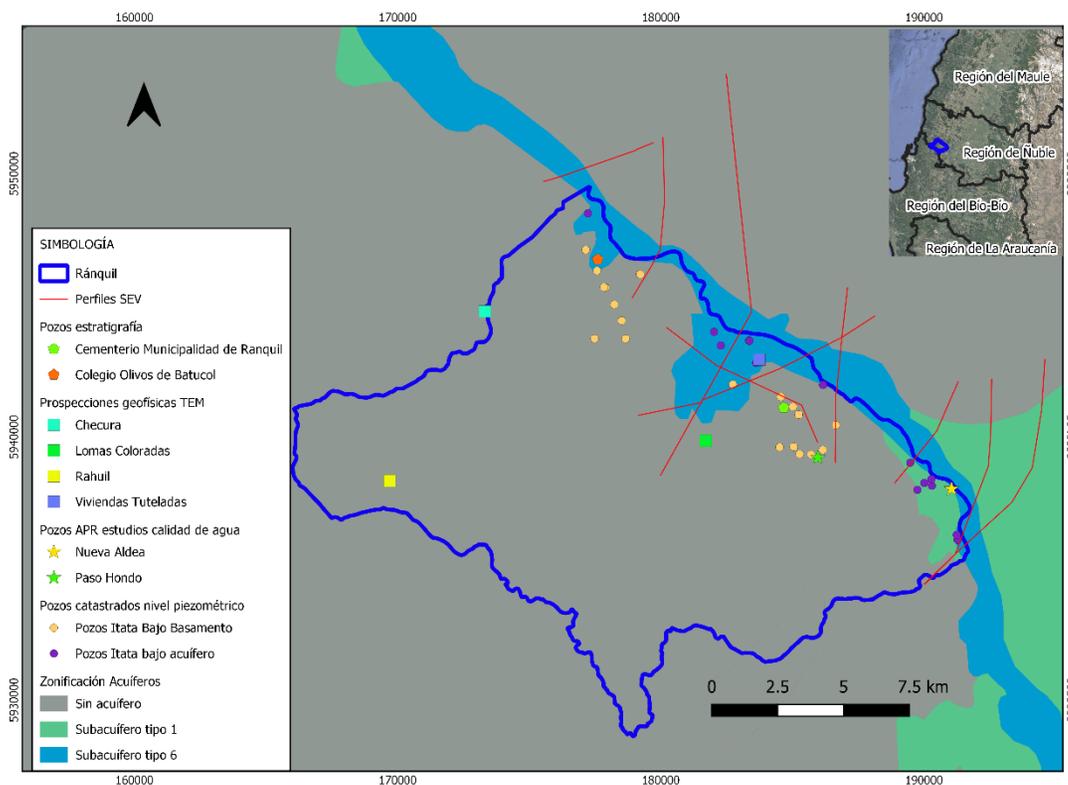


Figura 3-13: Subacuíferos del río Itata Bajo y ubicación de observaciones de distintos estudios: Pozos APR DGA, 2019; Perfiles SEV y estratigrafías Aquaterra, 2013; Pozos niveles piezométricos Aqualogy Medioambiente, 2011; Prospecciones Geofísicas GEO-SAFE & RHYMA Ingeniería, 2018.

Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2019; Aquaterra, 2013; Aqualogy Medioambiente, 2011; GEO-SAFE & RHYMA Ingeniería, 2018.

A pesar de que en la comuna de Ránquil se encuentran los dos subacuíferos definidos anteriormente, se tratan solo de una pequeña parte del territorio, ubicada en los sectores aledaños al Río Itata. La mayor parte de la comuna no se encuentra sobre el acuífero, debido a que se emplaza en la unidad geológica del Batolito de la Costa, sistema que conformaría una barrera para el desarrollo horizontal de los acuíferos según el mismo estudio del 2011. Debido a esto, la comuna de Ránquil se indica como una zona con nula importancia hidrogeológica (CONIC Bf Ingenieros Civiles Consultores Ltda, 2010).

Respecto a la geometría del acuífero en la zona subyacente en la comuna de Ránquil, el principal antecedente corresponde al informe realizado por Aqualogy Medioambiente en el 2013. A partir de estudios de prospección geofísica a través de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), el estudio “Modelación Hidrogeológica Cuenca Itata-Bajo, Región del Biobío”, elaboro 22 perfiles transversales del lecho Río Itata, de los que ocho perfiles (Figura 3-13), cubren de buena manera lo 17.8 km de Río Itata que corresponden al límite noreste de Ránquil. De los resultados se muestra que el acuífero detrítico, bajo el cauce del río, posee una profundidad aproximada de 200 m, antes de llegar al basamento. El acuífero se encuentra claramente confinado a la caja de río, debido a que los resultados SEV muestran, fuera de la caja, resistividades eléctricas correspondiente a basamento intrusivo, las que se condicen con el mapa

geológico que muestran la unidad geológica CPg. En la Figura 3-14 se muestra el perfil transversal de mayor extensión elaborado, que se extiende por la mayor intrusión del acuífero en Ránquil, al noreste de las localidades de Viviendas Tuteladas y Lomas Coloradas.

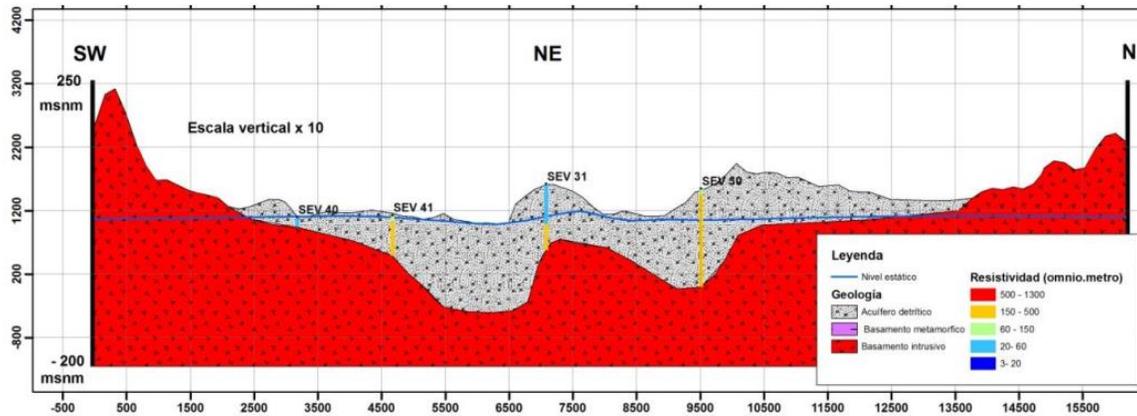


Figura 3-14: Perfil hidrogeológico

Fuente: Aquaterra Ingenieros Limitada, 2011.

El estudio “Prospección Geofísica Sector Rural Déficit Hídrico Valle del Itata”, elaborado por la Unión Temporal de Proveedores GEO-SAFE & RHYMA Ingeniería en el 2018, realizó una campaña de mediciones por medio de la metodología geofísica del Transiente Electromagnético (TEM). A lo largo de toda la zona de estudio se encontraron siete unidades hidrogeológicas:

Unidad I: Unidad saturada integrada por sedimentos finos con presencia de arcillas.

Unidad II: Unidad saturada constituida por arenas medias, arenas gruesas y gravas.

Unidad III: Unidad parcialmente saturada formada por arenas medias, arenas gruesas y gravas.

Unidad IV: Unidad parcialmente integrada por arenas medias y arenas finas.

Unidad V: Unidad con saturación baja a seca constituida por sedimentos finos.

Unidad VI: Constituida por roca fracturada.

Unidad VII: Constituida por sedimentos compactos y roca fracturada.

En la comuna de Ránquil se realizaron mediciones TEM en cuatro sectores (Figura 3-13); Viviendas Tuteladas, Rahuil, Lomas Coloradas, y Checura.

En la localidad de Viviendas Tuteladas en la superficie se encuentra una capa formada de manera indistinta por las unidades III y IV que posee un espesor que varía entre 1-20 metros. Le sigue una capa de la unidad II, que varía entre los 10 y 42 metros. Posteriormente se encuentra una capa de la unidad VI que posee de 3 a 48 metros de espesor. Por último, existe una capa de la unidad II que se encuentra a una profundidad aproximada de 60 metros, con un espesor de entre 10 a 50 metros.

En el sector de Rahuil se encuentra una capa superficial conformada por unidades III y IV, con un espesor de 2 a 5 metros. Posteriormente se encuentran las capas de la unidad II con un metro de espesor y la unidad VII con espesores de entre 7 a 8 m. Por último, se encuentra la unidad VII, que posee un espesor mínimo de 60m.

En lomas coloradas se encuentra una capa superficial de la unidad IV con intrusiones de la unidad III, esta capa varía entre 1 y 2 metros. Posteriormente se encuentra la unidad II, con espesores de entre 1 y 3 metros. Luego se encuentra la unidad IV con un espesor de 5 a 20 metros, subyacente se ubica la unidad VII, con espesores entre los 20 y 70 metros.

En el sector de Checura solo se encuentran tres unidades bien definidas. Una capa superficial de la unidad III, con un espesor de 1 a 3 m. Luego se encuentra la unidad VI, que varía entre los 5 y 12 m. Por último, se encuentra una capa de la unidad VII, con espesores ente 25 y 63 metros. En la Figura 3-15 se muestra el perfil geofísico de la localidad.

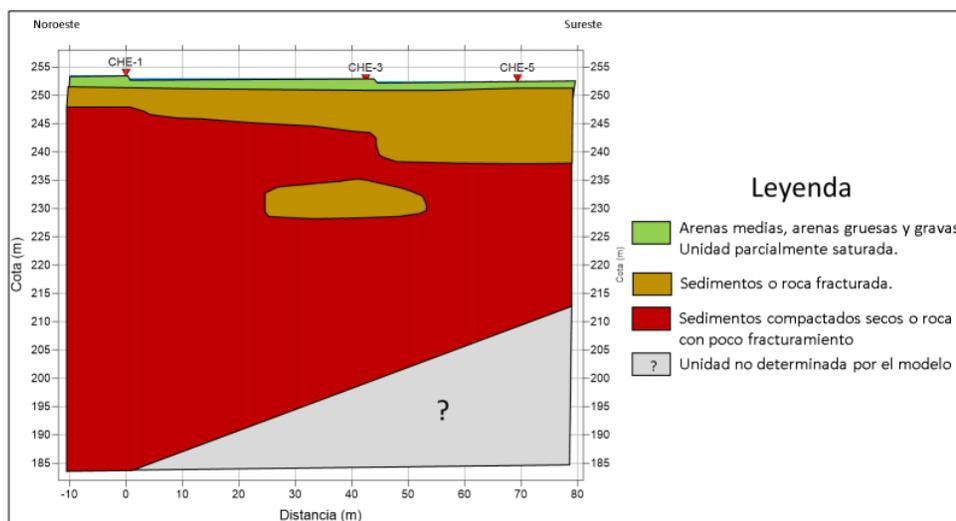


Figura 3-15: Perfil geofísico de la localidad de Checura, Ránquil

Fuente: GEO-SAFE & RHYMA Ingeniería, 2018.

Más antecedentes sobre la estratigrafía se obtienen de dos expedientes mostrados en el estudio de Aqualogy Medioambiente, 2013. Ambos pozos poseen una profundidad de 33.5 m y son propiedad de la DGA. En el caso del pozo “Colegio Olivos de Batucol” se tiene una capa de arena fina con restos orgánicos de aproximadamente 5 m, los estratos posteriores son arcillas arenosas. Para el pozo

“Cementerio Municipalidad” se tiene una capa de 2 m de arena gruesa, seguida de 7 metros de arcillas de distintas características, posteriormente se encuentra maicillo, hasta llegar los últimos dos metros, donde aparece roca descompuesta. En la Figura 3-13 se muestra la ubicación de ambos pozos.

Respecto a los niveles piezométricos, de los pozos mencionados en el párrafo anterior, se tiene que el nivel estático para “Colegio Olivos de Batucol” es de 6.5m en noviembre del 2012, medidos desde el nivel del terreno. En el caso de “Cementerio Municipalidad” el nivel estático es de 14 m en octubre del 2012. El mayor antecedente disponible de nivel estático corresponde al estudio de Aqualogy Medioambiente, 2013, donde están catastrados 21 pozos en la zona del Basamento de la comuna de Ránquil, de estos 15 tienen mediciones de nivel estático, los que promedian 6.5 m, en un rango que va desde los 0.6 a los 17 m. La ubicación de los pozos mencionados se encuentra en la Figura 3-13. Otro antecedente que considerar es el nivel entregado por el informe “Prospección Geofísica Sector Rural Déficit Hídrico Valle del Itata”. Ahí se obtuvo una estimación del nivel freático en los sectores donde se realizaron las prospecciones TEM, para ello se realizó una interpolación de los niveles estáticos de los pozos presentes en el estudio “Catastro de pozos explotados de Constituciones, Provincia de Ñuble”, del año 2006, de la Dirección general de aguas. De este estudio se obtiene que el nivel estático que correspondería al sector de Viviendas Tuteladas sería de 1,1 m, mientras que para Rahuil sería de 0,3 m, por último, en el caso de Lomas Coloradas sería de 3,0 metros, para Checura no existiría un nivel estático.

El nivel freático en el Acuífero del Río Itata, en la zona subyacente a Ránquil, se obtiene del informe “Modelación Hidrogeológica Cuenca Itata-Bajo, Región del Biobío”. De los 17 pozos catastrados que se encuentran en el acuífero, dentro de los límites de Ránquil, solo 7 tienen registrado el nivel estático (Figura 3-13), los que promedian 3.2 m, en un rango que va desde 1 a 11.5 m. El valor anteriormente expuesto coincide con lo mostrado en “Estudio Hidrogeológico Cuencas Biobío e Itata”, donde a pesar de no tener observaciones in situ en la zona, se generan equipotenciales con observaciones de pozos del año 2010, lo que permiten extrapolar el valor, obteniendo un valor de 5-10 m de nivel freático.

Respecto a los parámetros hidrogeológicos del acuífero subyacente a Ránquil, según el estudio realizado por Aquaterra, 2011, se obtiene una transmisibilidad promedio 172.8 m²/d para el sector del Río Itata Bajo. Este es calculado a través de 7 pozos ubicados en la sección definida por el estudio como Itata Bajo, cabe mencionar que ninguno de esos pozos se encuentra en la comuna de Ránquil. En el caso del coeficiente de almacenamiento se estima, en base a las características granulométricas, entre 0.03 y 0.06.

En el caso del territorio de la comuna de Ránquil que no se encuentra en el acuífero, se calcula en el estudio de GEO-SAFE & RHYMA 2018, que la transmisividad de los sectores descritos anteriormente se encuentra en el rango de 1-10 m²/d. Además, para los sectores de Viviendas Tuteladas y Lomas Coloreadas se tiene un coeficiente de almacenamiento entre los rangos 0.15-0.75, mientras que para el sector de Rahuil estaría entre los 0.02-0.15, por último, para la localidad de Checura, el coeficiente de almacenamiento se encuentra en el rango 0.05-0.15.

En el estudio “Diagnóstico de la calidad de las aguas subterráneas de las regiones de Ñuble y del Biobío” DGA, 2019, se realizaron monitoreos a diversos pozos APR en el año 2018. De los pozos

estudiados, dos se ubican en la comuna de Ránquil, los que corresponden a las APR “Paso Hondo” y “Nueva Aldea”. En la APR “Nueva Aldea” se muestreo un pH de 7.1, temperatura 17.3 °C, y una conductividad eléctrica 309 uS/cm. En el caso de “Paso Hondo” se tiene un pH de 7.0, temperatura de 15.7 y una conductividad de 210 uS/cm. Cabe mencionar que ambos pozos poseen un pH que se encuentra dentro de la norma NCh N°409 para agua potable. La ubicación de las APR mencionadas se muestra en la Figura 3-13.

El estudio mencionado en el párrafo anterior, se describe la composición química del agua. En el caso de la APR “Nueva Aldea” se tiene una composición bicarbonatada magnésica a cálcica. Para la APR “Paso Hondo” se tiene una composición bicarbonatada cálcica.

La clasificación de la calidad de las aguas, según el índice definido en el estudio de los párrafos anteriores es de “excepcional”, siendo esta la mejor clasificación posible.

3.6. Población

La población del área de estudio supera las 5.700 personas. Como puede apreciarse en el Cuadro 3-31, al año 2002, la comuna de Ránquil tenía una población ligeramente menor a la que hoy existe.

Cuadro 3-31: Población total y crecimiento poblacional años 2002-2017

	Total Comunal	Total Hombres	Total Mujeres	Índice de Masculinidad
Población Censo 2002	5.683	2.896	2.787	104
Población Censo 2017	5.755	2.842	2.913	97,6

Fuente: Elaboración propia, a partir de Censos 2002 y 2017.

La relación de dependencia demográfica total -que permite saber cuántas personas que no están en edad de trabajar (0 a 14 años y 65 años y más) y que dependen potencialmente de las que sí lo están (15 a 64 años)- corresponde a 58,3. Por otra parte la relación de dependencia de adultos mayores corresponde a 30,3, de hecho, la comuna está en el octavo lugar de comunas con más personas mayores de 60 años (MIDESO, 2012).

Un 3,95% de la población se considera perteneciente al pueblo mapuche en la comuna.

3.7. Salud, Educación y Servicios

En relación a los indicadores de Salud, Ránquil tiene 4 establecimientos de salud: 1 CESFAM, 2 postas de salud rural y un Servicio de Urgencia Rural. Según el PLADECO, 6.388 personas están inscritas en el servicio de salud municipal.

En términos educativos, la cobertura en educación municipal es de un 75,23%, con 9 establecimientos de educación, además hay un colegio particular subvencionado. La matrícula del año 2019 fue de un total de 960 personas, con 773 matrículas municipales y 208 particular subvencionado. El

Censo de 2017 muestra que los años de escolaridad promedio declarados por el jefe de hogar alcanzan a los 8 años.

En cuanto a la vivienda, en el año 2017 se censaron 2.821 viviendas particulares, de las cuales 671 se encontraban en el área urbana y 2.150 en el área rural.

En la región hay un 18% de carencia de conexión a sistema de red pública de agua potable, siendo que a nivel país el promedio es de un 7%. El origen del agua en Ránquil es de un 68% de la red pública, un 17% de pozo o noria, un 10% de río, vertiente, estero, canal, lago, etc., y un 5% es el camión aljibe. Según cifras del Ministerio de Desarrollo Social, un 29,3% de las personas no tiene acceso a los servicios básicos (14,1% a nivel país).

3.8. Caracterización Socioeconómica

Ránquil fue declarada, junto al resto del valle del río Itata, como zona de rezago por la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE, 2020), dados sus niveles de pobreza, aislamiento y otros factores que dificultan sus posibilidades de desarrollo.

En términos generales, el área de estudio posee una estructura económica fuertemente vinculada a los recursos naturales, conviviendo actividades tradicionales con otras propias de los procesos de modernización que ha vivido el país en las últimas décadas. Este segundo tipo de actividades se relacionan principalmente con el rubro forestal, mientras que la agricultura mantiene una fuerte presencia, especialmente a través de los pequeños productores. Así, por ejemplo, el Plan Valle del Itata 2017-2019 plantea que las estadísticas del Servicios de Impuestos Internos (SII) sub representan el peso de la actividad agrícola, al estar ésta conformada fundamentalmente por pequeños campesinos que no necesariamente tienen formalizadas sus actividades ante el servicio. En cualquier caso, dicho Plan señala, al igual que el PLADECO, que la industria forestal, la agricultura y los servicios son los principales ejes de dinamismo económico presentes en el territorio. En los últimos años ha sido relevante la instalación del complejo industrial de la empresa Arauco en Nueva Aldea, que ha generado una mayor actividad forestal y a la superficie plantada de especies exóticas.

Pese a esta posible sub representación, las estadísticas de generación de empleos del SII, al año 2015, evidencian la importancia de la agricultura en la empleabilidad de la comuna, al igual que la industria manufacturera, lo que se representa en el Gráfico 3-1.

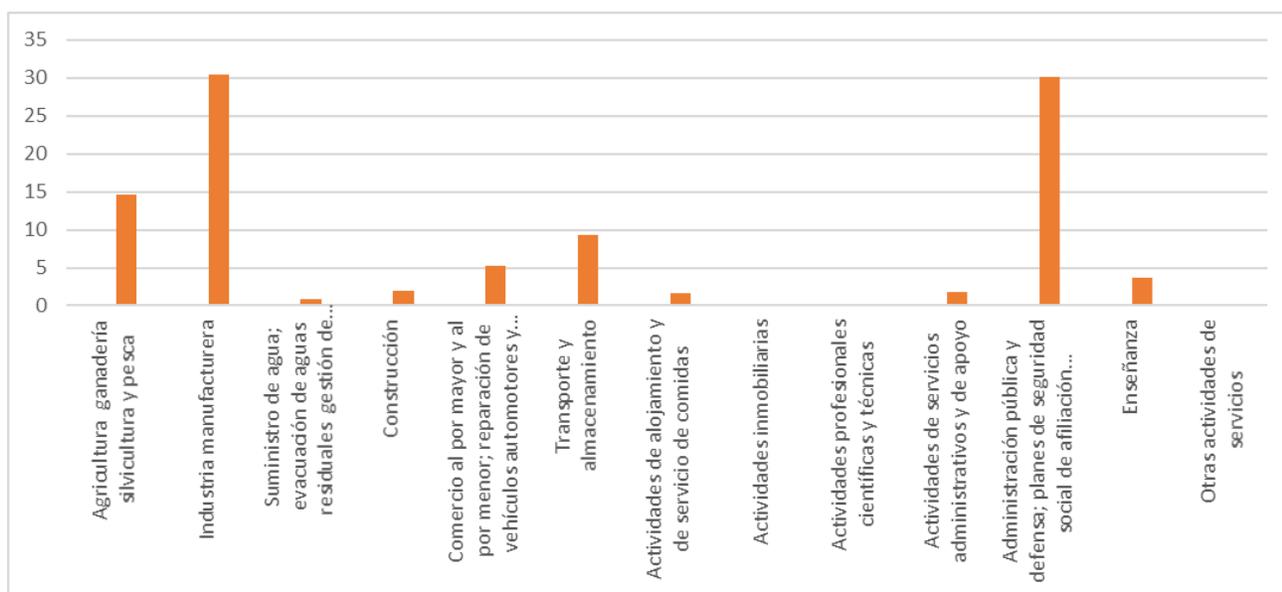


Gráfico 3-1: Porcentaje de trabajadores por rubro principales rubros económicos según comuna

Fuente: SII, 2019.

En general junto con la dinámica de actividad generada por la celulosa, se advierten algunos emprendimientos productivos que, si bien no tienen gran impacto en la economía comunal, son alentadores de generar diversificación productiva y puesta en valor de la actividad agrícola tradicional. Existe una fuerte preocupación por la actual situación de las actividades económicas tradicionales, especialmente los viñateros y relacionados con la comercialización de la uva, que es común para todo el Valle del Itata y que los actores comunales han advertido en diversas oportunidades. Los productores de uva y de productos agrícolas, son en general pequeños y medianos propietarios que tienen dificultades para comercializar sus productos en forma permanente durante el año y no cuentan con una adecuada organización que les permita tener una mayor presencia y fortaleza en la oferta de sus productos. La uva tiene la particular desventaja de estar sujeta a los precios de una empresa en particular que compra e impone el precio a los productores de la comuna (PLADECO).

Las tasas de pobreza son mayores a los promedios a nivel nacional, pero menores que el nivel provincial, con un 9,5% de pobreza por ingresos y un 24,32% de pobreza multidimensional.

3.9. Análisis Ambiental del Área de Estudio

3.9.1. Generalidades

En este apartado, se presenta una descripción general respecto de los componentes ambientales de interés en el área de estudio mediante una revisión bibliográfica, siendo esta una información base para el análisis ambiental territorial desarrollado en el Capítulo 8 del presente informe.

3.9.2. Ecosistemas y Uso del suelo

Dentro del área de estudio se presentan variados ecosistemas, entre ellos ecosistemas acuáticos (ríos, esteros, quebradas con cauces esporádicos, lagunas y embalses artificiales) y; ecosistemas terrestres, distinguiéndose entre ellos, ecosistemas naturales sin intervención de uso antrópico, ecosistemas asociados a actividades productivas agroforestales y ecosistemas insertos en medios urbanos.

A una escala comunal, dichos ecosistemas se pueden diferenciar espacialmente de acuerdo a los diferentes usos presentes en el territorio. Es así como, de acuerdo al catastro de uso de suelo y vegetación de CONAF (2015), se tiene registro que la mayor parte del área de estudio está constituida por sistemas asociados a Plantaciones forestales (52,7%), seguido de terrenos de uso agrícola y rotación de cultivos con pradera, lo que en conjunto alcanzan un 24% del territorio en estudio. Los ecosistemas asociados a humedales, ríos, lagunas y otros terrenos húmedos, sólo alcanza en conjunto a un 2,24% del área de estudio (Ver Cuadro 3-32).

Cuadro 3-32: Uso de suelo en área de estudio

Tipo de Uso	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Bosque Mixto	1.567,1	6,33
Bosque Nativo	945,8	3,82
Cajas de Ríos	80,7	0,33
Ciudades, Pueblos, Zonas Industriales	431,5	1,74
Lagos, Lagunas, Embalses, Tranques	20,8	0,08
Matorral	1.191,1	4,81
Matorral Arborescente	612,2	2,47
Matorral-Pradera	314,6	1,27
Minería Industrial	28,6	0,12
Otros sin Vegetación	85,1	0,34
Plantación	13.044,9	52,72
Praderas	181,3	0,73
Ríos	375,9	1,52
Rotación Cultivo-Pradera	3.446,3	13,93
Terreno de Uso Agrícola	2.339,2	9,45
Vegas	10,3	0,04
Otros Terrenos Húmedos	67,0	0,27
Total	24.742,4	100,00

Fuente: CONAF, 2015.

En la Figura 3-16 se presenta la distribución espacial de los diferentes usos de suelos registrados por CONAF para el área de estudio.

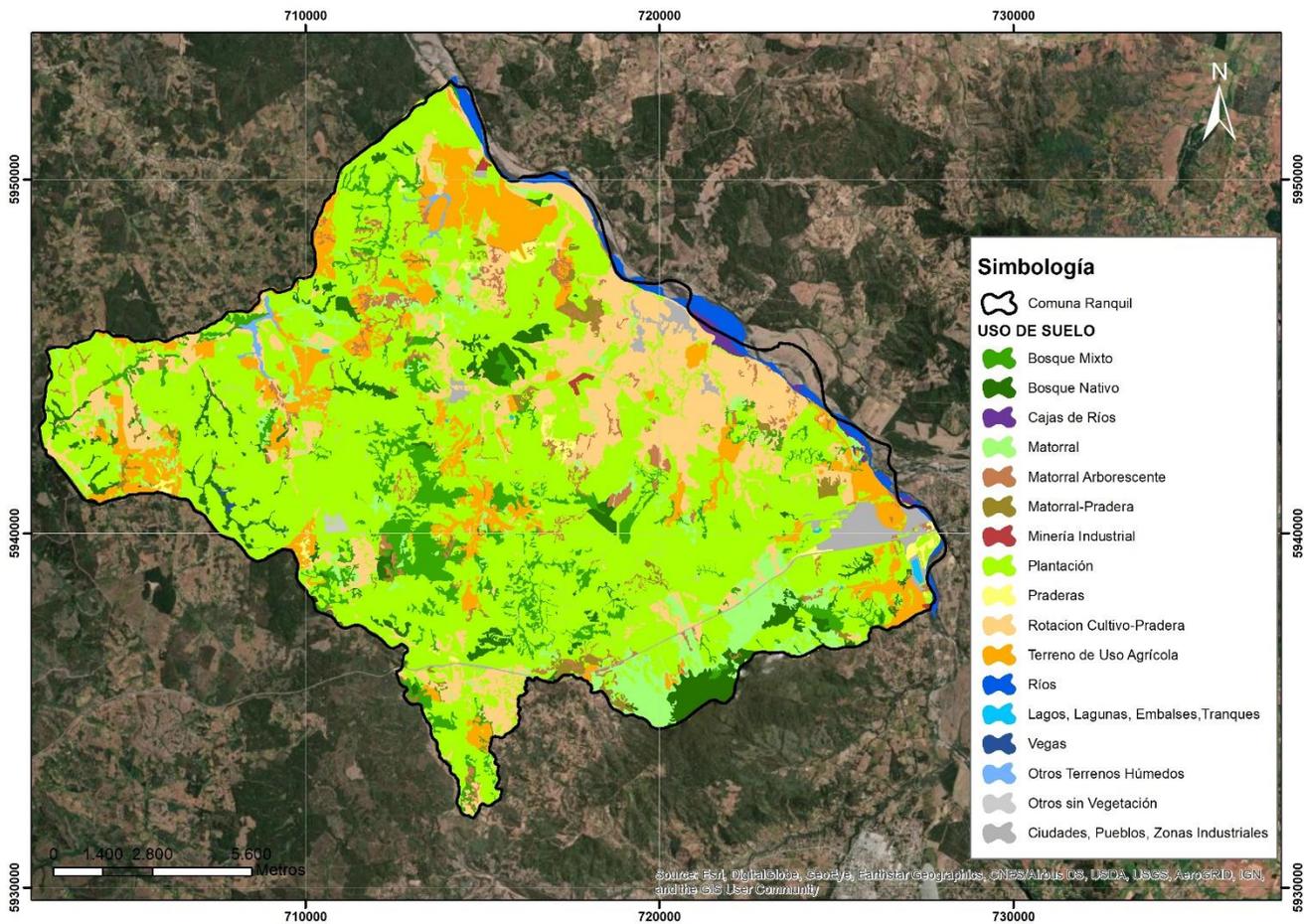


Figura 3-16: Catastro de uso de suelo y vegetación en área de estudio

Fuente: CONAF, 2015.

3.9.3. Vegetación y Flora

- Vegetación

Según la clasificación de Gajardo (1994), que para esta región no tiene una cobertura total del área según las capas disponibles en IDE Chile, la mitad este de la comuna de Ránquil corresponde a la Formación Vegetacional del Bosque Esclerófilo de los Arenales. En la actualización de la descripción vegetacional de Chile, realizada por Pliscoff y Luebert (2006), dicha área corresponde al piso vegetacional de Bosque esclerófilo psamófilo mediterráneo interior de *Quillaja saponaria* y *Fabiana imbricata*, y en cuanto al área restante, que no cuenta con una clasificación por Gajardo se describe como piso vegetacional de Bosque caducifolio mediterráneo-templado costero de *Nothofagus obliqua* y *Gomortega keule*.

A continuación, se describe en términos generales la composición de ambos pisos de vegetación:

- **Bosque esclerófilo psamófilo mediterráneo interior de Quillaja saponaria y Fabiana imbricata**, que está dominado en el dosel superior por *Quillaja saponaria* y *Lithrea caustica*, con presencia importante de *Fabiana imbricata* en la estrata arbustiva, que ocasionalmente se presenta en poblaciones puras. A pesar de que ocupa la posición latitudinal más austral del bosque esclerófilo, se desarrolla sobre condiciones de sustrato arenoso o pedregoso con escasa capacidad de retención, generando condiciones de déficit hídrico en el suelo y una fisonomía vegetacional más xeromórfica y pobre en especies que las unidades anteriores. Especies características, además de las anteriormente mencionadas se encuentran: *Pluchea absinthioides*-*Baccharis pingraea* o *Acacia dealbata* (en zonas de cursos de agua), *Aira caryophylla*, *Haplopappus integerrimus*, *Maihuenia poeppigii*, *Schinus polygamus*.
- **Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus obliqua* y *Gomortega keule***: se distribuye principalmente en la cordillera de la costa de la Región del Ñuble y Biobío, está compuesto por vegetación boscosa decidua dominada por *Nothofagus obliqua*, con presencia de elementos laurifolios, destacando la presencia diferencial de *Gomortega keule*, *Podocarpus saligna*, *Gevuina avellana*, *Lomatia dentata*, *Caldcluvia paniculata*, y *Lapageria rosea*. La comunidad representativa es la de *Nothofagus obliqua* y *Gomortega keule*, pero el bosque original se encuentra frecuentemente degradado a comunidades propias del bosque esclerófilo, especialmente *Lithrea caustica* y *Azara integrifolia*. En las zonas litorales, especialmente en farellones rocosos es posible observar la presencia de la comunidad de *Griselinia scandens*. Composición florística: *Aextoxicon punctatum*, *Aristotelia chilensis*, *Berberidopsis coralina*, *Boquila trifoliolata*, *Caldcluvia paniculata*, *Cryptocarya alba*, *Gevuina avellana*, *Gomortega keule*, *Greigia sphacelata*, *Lapageria rosea*, *Lardizabala biternata*, *Lomatia dentata*, *Luma apiculata*, *Luzuriaga radicans*, *Nothofagus obliqua*, *Pitavia punctata*, *Podocarpus saligna*, *Sarothamnus scoparius*, *Teline mospessulana*.

En general, ambos pisos vegetacionales se encuentran fragmentados y alterados por la intervención antrópica y la sustitución por plantaciones de Pino radiata y la tala y subsecuente alteración del suelo por pastoreo permite el establecimiento de praderas permanentes que después son invadidas por matorrales, generando formaciones típicas del bosque esclerófilo degradado y producen matorrales de *Chusquea quila* en la zona de los valles de la depresión intermedia.

En la Figura 3-17 se presenta la distribución de las formaciones y pisos vegetacionales anteriormente descritos.

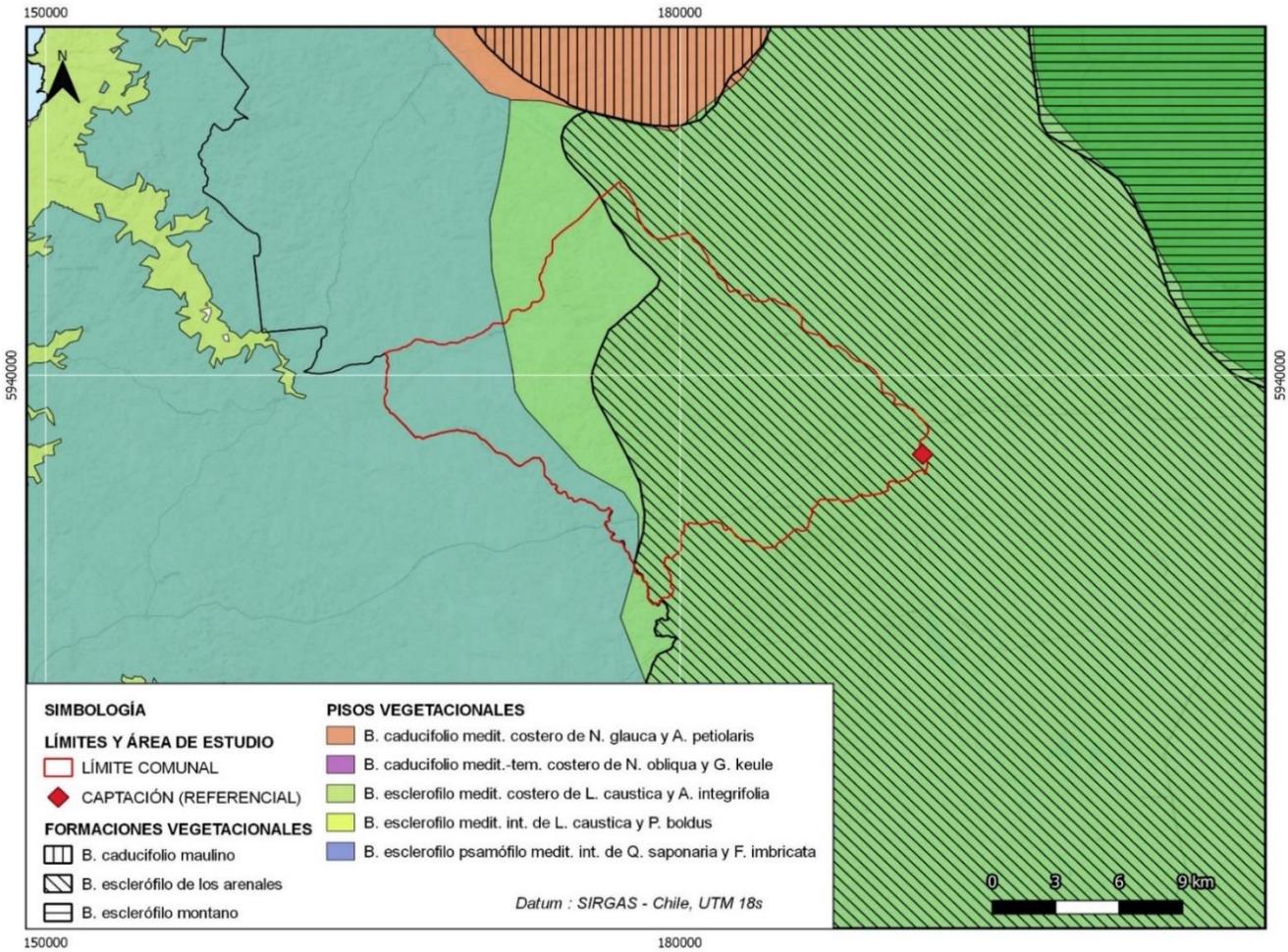


Figura 3-17: Formaciones y pisos vegetacionales en el área de estudio

Fuente: Elaboración propia, con base en información IDE Chile.

- Flora

Respecto de la flora presente en la Provincia del Itata, que se presume potencialmente presente dentro del área de Estudio, en el Cuadro 3-33 se presenta un listado referencial, basado en la revisión de información secundaria disponible en el Ministerio del Medioambiente y estudios de impacto ambiental realizados en la zona.

Cuadro 3-33: Listado potencial de flora en el área de estudio

Especie	Nombre común	CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN VIGENTE (*)
<i>Acacia caven</i>	Espino	No evaluada
<i>Acacia dealbata</i>	Aromo	No Aplica
<i>Acacia melanoxylon</i>	Aromo	No Aplica
<i>Adiantum chilense</i>	Palo negro	Preocupación Menor
<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui	No evaluada
<i>Avena barbata</i>	Teatina	No Aplica
<i>Azara Integrifolia</i>	Corcolén	No evaluada
<i>Baccaris linearis</i>	romerillo	No evaluada
<i>Blechnum chilense</i>	Costilla de vaca	Preocupación Menor
<i>Briza maxima</i>	tembladera	No Aplica
<i>Briza minor</i>	tembladerilla	No Aplica
<i>Chusquea quila</i>	Quila	No evaluada
<i>Cryptocaria alba</i>	Peumo	No evaluada
<i>Cupresus macrocarpa</i>	Ciprés	No Aplica
<i>Drymis winteri</i>	Canelo	Preocupación Menor
<i>Ephedra chilensis</i>	Pingo	No evaluada
<i>Eryngium paniculatum</i>	chupalla	No evaluada
<i>Escallonia pulverulenta</i>		No evaluada
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	No Aplica
<i>Fabiana imbricata</i>	Pichi	No evaluada
<i>Galega officinalis</i>	Pacoyuyo	No Aplica
<i>Genista monspessulana</i>	Retamilla	No Aplica
<i>Geranium core-core</i>	Corre-corre	No evaluada
<i>Hypericum perforatum</i>	Hierba de san juan	No Aplica
<i>Hypochaeris radiata</i>	Hierba del chancho	No evaluada
<i>Juncus procerus</i>	junco	No Aplica
<i>Lithraea caustica</i>	Litre	No evaluada
<i>Luma apiculata</i>	luma	No evaluada
<i>Luma chequen</i>	chequén	No evaluada
<i>Maytenus boaria</i>	maitén	No evaluada
<i>Mentha piperita</i>	menta	No Aplica
<i>Mentha pulegium</i>	poleo	No Aplica
<i>Pinus radiata</i>	Pino	No Aplica
<i>Plantago lanceolata</i>	Siete venas	No Aplica
<i>Populus euramericana</i>	álamo	No aplica
<i>Psoralea glandulosa</i>	culén	No evaluada
<i>Quillaja saponaria</i>	Quillay	No evaluada
<i>Rosa Rubiginosa</i>	Rosa mosqueta	No Aplica
<i>Rubus ulmifolius</i>	zarzamora	No Aplica
<i>Salix babilonica</i>	sauce	No Aplica

Cuadro 3-33: Listado potencial de flora en el área de estudio

Especie	Nombre común	CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN VIGENTE (*)
<i>Teline monpesulana</i>	Retamilla	No Aplica

No aplica: especies introducidas

(*) Considera do hasta el 17° Proceso de clasificación de especies del MMA.

Fuente: Elaboración propia, en base a Línea de Base Medio Biótico Proyecto Complejo Forestal Nueva Aldea y MMA.

3.9.4. Fauna

Dado que la región del Ñuble fue creada en el año 2018 no dispone de estudios específicos respecto de la fauna de la zona, se considerarán para esta descripción los resultados del 15° Proceso de Clasificación de Especies del MMA, puesto que este listado da cuenta de las categorías de conservación de las especies potencialmente presentes en el área de estudio, lo que tendría incidencia directa al momento de tomar decisiones sobre las alternativas de desarrollo para el proyecto en esta zona.

En el Cuadro 3-34 se presentan el listado potencial de especies para el área de estudio.

Cuadro 3-34: Listado potencial de fauna presente en el área de estudio

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA CONSERVACIÓN VIGENTE
Insectos y Arácnidos	<i>Acanthinodera cumingii</i>	Madre de la culebra, matabuey, matabalbo	LC
Insectos y Arácnidos	<i>Aegla concepcionensis</i>	Pancora	EN
Insectos y Arácnidos	<i>Aegla laevis</i>	Pancora	EN
Insectos y Arácnidos	<i>Aegla pewencha</i>	Pancora	LC
Insectos y Arácnidos	<i>Bombus dahlbomii</i>	Abejorro, abejorro colorado, moscardón, duillin, diwmeñ	EN
Insectos y Arácnidos	<i>Callyntra planiuscula</i>	Cascarudo de la Plata	EN
Insectos y Arácnidos	<i>Castnia eudesmia</i>	Mariposa del chagual	NT
Insectos y Arácnidos	<i>Ceroglossus chilensis</i>	Peorro, cáрабо	LC
Insectos y Arácnidos	<i>Cheloderus childreni</i>	Coleóptero de la luma	LC
Insectos y Arácnidos	<i>Erichius franzae</i>	Borrachito	VU
Insectos y Arácnidos	<i>Erichius virgatus</i>	Borrachito de Tolhuaca, borrachito listado de Tolhuaca	EN
Insectos y Arácnidos	<i>Euathlus manicata</i>	Araña pollito, tarántula	NT
Insectos y Arácnidos	<i>Hypopetalia pestilens</i>	Matapiojo de manchas rojas	LC

Cuadro 3-34: Listado potencial de fauna presente en el área de estudio

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA CONSERVACIÓN VIGENTE
Insectos y Arácnidos	<i>Lautarus concinnus</i>	Taladro del hualle	LC
Insectos y Arácnidos	<i>Microdulia mirabilis</i>		NT
Insectos y Arácnidos	<i>Microplophorus castaneus</i>	Taladro de Magallanes; gusano blanco de la lenga	LC
Insectos y Arácnidos	<i>Moluchia castanea</i>	Cucaracha, molukia ámbar	DD
Insectos y Arácnidos	<i>Nigroperla costalis</i>		CR
Insectos y Arácnidos	<i>Parastacus pugnax</i>	Camarón de vega	LC
Insectos y Arácnidos	<i>Phenes raptor</i>	Matapiojo grande, matapiojo gigante	LC
Insectos y Arácnidos	<i>Phyllopetalia apicalis</i>	Matapiojo de manchas rojas	LC
Insectos y Arácnidos	<i>Phyllopetalia apollo</i>	Matapiojo de manchas rojas	LC
Insectos y Arácnidos	<i>Phyllopetalia pudu</i>	Matapiojo de manchas rojas	LC
Insectos y Arácnidos	<i>Samastacus spinifrons</i>	Camarón de río del sur	LC
Anfibios	<i>Batrachyla leptopus</i>	Rana moteada	LC
Anfibios	<i>Batrachyla taeniata</i>	Rana de ceja, ranita de antifaz	NT
Anfibios	<i>Calyptocephalella gayi</i>	Rana chilena	VU
Anfibios	<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	NT
Anfibios	<i>Rhinella arunco</i>	Sapo de rulo	VU
Anfibios	<i>Rhinella spinulosa</i>	Sapo espinoso	LC
Anfibios	<i>Rhinoderma rufum</i>	Ranita	CR
Anfibios	<i>Telmatobufo bullocki</i>	Sapo de Bullock	VU-R
Anfibios	<i>Telmatobufo venustus</i>	Sapo hermoso	EN
Reptiles	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde, tortuga negra	EN
Reptiles	<i>Dermodochelys coriacea</i>	Tortuga laúd, baula	CR
Reptiles	<i>Diplolaemus sexcinctus</i>	Cabezón leopardo	NT
Reptiles	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga olivácea	VU
Reptiles	<i>Liolaemus chiliensis</i>	Lagarto chileno	LC
Reptiles	<i>Liolaemus chillanensis</i>	Lagarto de Chillán	EN
Reptiles	<i>Liolaemus cyanogaster</i>	Lagartija de vientre azul	LC
Reptiles	<i>Liolaemus fuscus</i>	Lagartija oscura	LC
Reptiles	<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	LC
Reptiles	<i>Liolaemus nitidus</i>	Lagarto nítido	NT
Reptiles	<i>Liolaemus pictus</i>	Lagartija	LC
Reptiles	<i>Liolaemus schroederi</i>	Lagartija de Schröder	VU
Reptiles	<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija esbelta	LC

Cuadro 3-34: Listado potencial de fauna presente en el área de estudio

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA CONSERVACIÓN VIGENTE
Reptiles	<i>Philodryas chamissonis</i>	Culebra de cola larga	LC
Reptiles	<i>Pristidactylus torquatus</i>	Gruñidor del sur, lagarto de corbata	VU
Reptiles	<i>Tachymenis chilensis</i>	Culebra de cola corta	LC
Mamíferos	<i>Abrocoma bennetti</i>	Ratón chinchilla común, ratón chinchilla de Bennett, bori	LC
Mamíferos	<i>Abrothrix longipilis</i>	Ratón lanudo común, ratón de pelo largo	LC
Mamíferos	<i>Chelemys megalonyx</i>	Ratón topo del matorral	VU
Mamíferos	<i>Conepatus chinga</i>	Chingue común	LC
Mamíferos	<i>Dromiciops gliroides</i>	Monito del monte	NT
Mamíferos	<i>Euneomys chinchilloides</i>	Ratón sedoso chinchilloide	LC
Mamíferos	<i>Euneomys mordax</i>	Ratón sedoso nortino	LC
Mamíferos	<i>Galictis cuja</i>	Quique	LC
Mamíferos	<i>Geoxus valdivianus</i>	Ratón topo chico	LC
Mamíferos	<i>Hippocamelus bisulcus</i>	Huemul	EN
Mamíferos	<i>Histiotus macrotus</i>	Murciélago orejudo mayor	LC
Mamíferos	<i>Histiotus magellanicus</i>	Murciélago orejudo del sur, Murciélago orejón austral	DD
Mamíferos	<i>Histiotus montanus</i>	Murciélago orejudo menor	LC
Mamíferos	<i>Irenomys tarsalis</i>	Rata arbórea	LC
Mamíferos	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	LC
Mamíferos	<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago ceniciento	DD
Mamíferos	<i>Lasiurus varius</i>	Murciélago	LC
Mamíferos	<i>Leopardus colocolo</i>	Colo-colo	NT
Mamíferos	<i>Leopardus guigna</i>	Güiña	VU
Mamíferos	<i>Lontra felina</i>	Chungungo	VU
Mamíferos	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado, zorro culpeo	VU
Mamíferos	<i>Lycalopex griseus</i>	Zorro chilla o gris	LC
Mamíferos	<i>Mirounga leonina</i>	Elefante marino	VU
Mamíferos	<i>Myocastor coypus</i>	Coipo	LC
Mamíferos	<i>Myotis chiloensis</i>	Murciélago oreja de ratón del sur	LC
Mamíferos	<i>Octodon bridgesi</i>	Degú de los matorrales	LC
Mamíferos	<i>Otaria flavescens</i>	Lobo marino común, lobo de un pelo	LC
Mamíferos	<i>Pudu pudu</i>	Pudú	VU
Mamíferos	<i>Puma concolor</i>	Puma	NT
Mamíferos	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago de cola libre, murciélago cola de ratón, murciélago guanero	LC
Mamíferos	<i>Thylamys elegans</i>	Llaca o Marmosa	LC
Mamíferos	<i>Zaedyus pichiy</i>	Piche	NT
Aves	<i>Accipiter chilensis</i>	Peuquito	R
Aves	<i>Anas bahamensis</i>	Pato gargantillo	LC
Aves	<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	LC

Cuadro 3-34: Listado potencial de fauna presente en el área de estudio

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA CONSERVACIÓN VIGENTE
Aves	<i>Ardenna grisea</i>	Fardela negra, yegua	NT
Aves	<i>Asio flammeus</i>	Nuco	LC
Aves	<i>Attagis gayi</i>	Perdicita cordillerana	LC
Aves	<i>Buteo albigula</i>	Aguilucho chico	R
Aves	<i>Buteo ventralis</i>	Aguilucho de cola rojiza	VU
Aves	<i>Calidris canutus</i>	Playero ártico	EN
Aves	<i>Campephilus magellanicus</i>	Carpintero negro	EN
Aves	<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo nevado	VU
Aves	<i>Chroicocephalus serranus</i>	Gaviota andina	LC
Aves	<i>Coscoroba coscoroba</i>	Cisne coscoroba	EN
Aves	<i>Cygnus melancoryphus</i>	Cisne de cuello negro	VU
Aves	<i>Enicognathus leptorhynchus</i>	Choroy	LC
Aves	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	LC
Aves	<i>Gallinago paraguayae</i>	Becacina	LC
Aves	<i>Heteronetta atricapilla</i>	Pato rinconero	LC
Aves	<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	LC
Aves	<i>Larosterna inca</i>	Gaviotín monja	NT
Aves	<i>Laterallus jamaicensis</i>	Pidencito	NT
Aves	<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota garuma	R
Aves	<i>Macronectes giganteus</i>	Petrel gigante antártico, petrel gigante del Sur	VU
Aves	<i>Merganetta armata</i>	Pato cortacorrientes	NT
Aves	<i>Numenius borealis</i>	Zarapito boreal	CR
Aves	<i>Nycticryphes semicollaris</i>	Becacina pintada	EN
Aves	<i>Oreopholus ruficollis</i>	Chorlo de campo, pachurrón	NT
Aves	<i>Oressochen melanopterus</i>	Piuquén, guayata	LC
Aves	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	LC
Aves	<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	LC
Aves	<i>Pelecanoides garnotii</i>	Yunco	EN
Aves	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelícano peruano, pelícano de Humboldt	NT
Aves	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay	NT
Aves	<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Lile	NT
Aves	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco chileno	NT
Aves	<i>Plegadis chihi</i>	Cuervo de pantano	EN
Aves	<i>Pseudocolopteryx citreola</i>	Pájaro amarillo	NT
Aves	<i>Puffinus creatopus</i>	Fardela blanca	EN
Aves	<i>Scelorchilus rubecula</i>	Chucao	LC
Aves	<i>Spatula platalea</i>	Pato cuchara	LC
Aves	<i>Specularis specularis</i>	Pato anteojillo	NT

Cuadro 3-34: Listado potencial de fauna presente en el área de estudio

CLASE	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA CONSERVACIÓN VIGENTE
Aves	<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	VU
Aves	<i>Strix rufipes</i>	Concón, kongkong, lechuza bataraz	NT
Aves	<i>Sula variegata</i>	Piquero	LC
Aves	<i>Tachyeres patachonicus</i>	Quetru volador	LC
Aves	<i>Thalassarche melanophris</i>	Albatros de ceja negra	LC
Aves	<i>Thalassarche salvini</i>	Albatros de Salvin	VU
Aves	<i>Theristicus melanopsis</i>	Bandurria	LC
Aves	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor	NT

CR = En peligro crítico; DD = Datos insuficientes; EN = En Peligro; EW= Extinta en estado silvestre; EX = Extinta; FP = Fuera de Peligro; IC = Insuficientemente Conocida; LC = Preocupación menor; NT = Casi amenazada; R = Rara; VU = Vulnerable

(*) Considerado hasta el 17° Proceso de clasificación de especies del MMA.

Fuente: Elaboración propia, en base a MMA (2021).

Respecto a la presencia de especies de fauna acuática, se destaca como referencia aquella indicada en bibliografía para la cuenca del río Itata. Según se indica en el Estudio DGA (2004)³, se presentan 9 especies ícticas en esta cuenca, indicadas en el Cuadro 3-35 junto a su estado de conservación.

Cuadro 3-35: Peces y su estado de conservación en la cuenca del río Itata

Especie	Estado de conservación
<i>Aplocheilichthys zebra</i>	Peligro de extinción
<i>Basilichthys australis</i>	Vulnerable
<i>Cheirodon galusdae</i>	Vulnerable
<i>Diplomystes nahuelbutaensis</i>	Peligro de extinción
<i>Galaxias maculatus</i>	Vulnerable
<i>Odontesthes maculatum itatanum</i>	Vulnerable
<i>Percichthys trucha</i>	Vulnerable
<i>Percilia gillisi</i>	Vulnerable
<i>Trichomyterus chiltoni</i>	Peligro de extinción

Fuente: DGA (2004).

En este mismo estudio (DGA, 2004), se indica que el 100% de las especies de insectos acuáticos registrados para la cuenca del río Itata son nativos, y el 35% de ellos son altamente endémicas por su distribución, restringida a una o dos cuencas hidrográficas. Por otra parte, la totalidad de estas especies

³ “Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de agua Según Objetivos de Calidad, Cuenca del Río Itata”

no mantienen categorías de estado de conservación (DGA, 2004). En el Cuadro 3-36, se presenta el listado de especies de insectos acuáticos registrados para esta cuenca.

Cuadro 3-36: Insectos acuáticos en la cuenca del río Itata

ID	Nombre
1	<i>Anthericidae</i>
2	<i>Baetis sp</i>
3	<i>Brachicentridae</i>
4	<i>Diamphipnoa halgae</i>
5	<i>Elmis sp</i>
6	<i>Hapsiphlebia anastomosi</i>
7	<i>Hemerodromia sp</i>
8	<i>Heptagia sp</i>
9	<i>Leptoceridae</i>
10	<i>Limaya sp</i>
11	<i>Limnoperla jaffueli</i>
12	<i>Magellomyia sp</i>
13	<i>Massartellopsis irarraz</i>
14	<i>Mastigoptila brevicornu</i>
15	<i>Meridialaris diguillina</i>
16	<i>Meridialaris laminata</i>
17	<i>Meridialaris spina</i>
18	<i>Neogomphus sp</i>
19	<i>Nousia bella</i>
20	<i>Nousia crena</i>
21	<i>Nousia delicada</i>
22	<i>Nousia maculata</i>
23	<i>Nousia minor</i>
24	<i>Ortocadius sp</i>
25	<i>Paracladius sp</i>
26	<i>Pseudochironomus sp</i>
27	<i>Penaphlebia sp</i>
28	<i>Potamoperla mymidon</i>
29	<i>Protochauliodes sp</i>
30	<i>Pseudocloeon albinerve</i>
31	<i>Teutoperla sp</i>
32	<i>Tipulidae</i>

Fuente: DGA (2004).

3.9.5. Áreas protegidas y de valor natural

En cuanto a las áreas protegidas, en el área de estudio solamente se identifica un Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad, correspondiente al Cerro Cayumanque, área compartida entre las comunas de Ránquil y Quillón. Este sitio se encuentra en el listado de 64 Sitios Prioritarios a los que aplica la letra d) del art. 11 de la ley 19.300 y su modificación por la ley 20.417.

Por otra parte, según el Inventario Nacional de Humedales publicado por el Ministerio de Medio Ambiente en el año 2020, dentro de la comuna de Ránquil es posible identificar 6 humedales, de los cuales el de mayor superficie correspondiente al Sistema Ríos Itata – Ñuble y Tributarios, es clasificado como humedal asociado al límite urbano, lo cual implica que estos se encuentran protegidos.

En Figura 3-18 se presenta la distribución de las áreas de protegidas y de valor natural anteriormente señaladas y que se encuentran dentro del área de estudio.

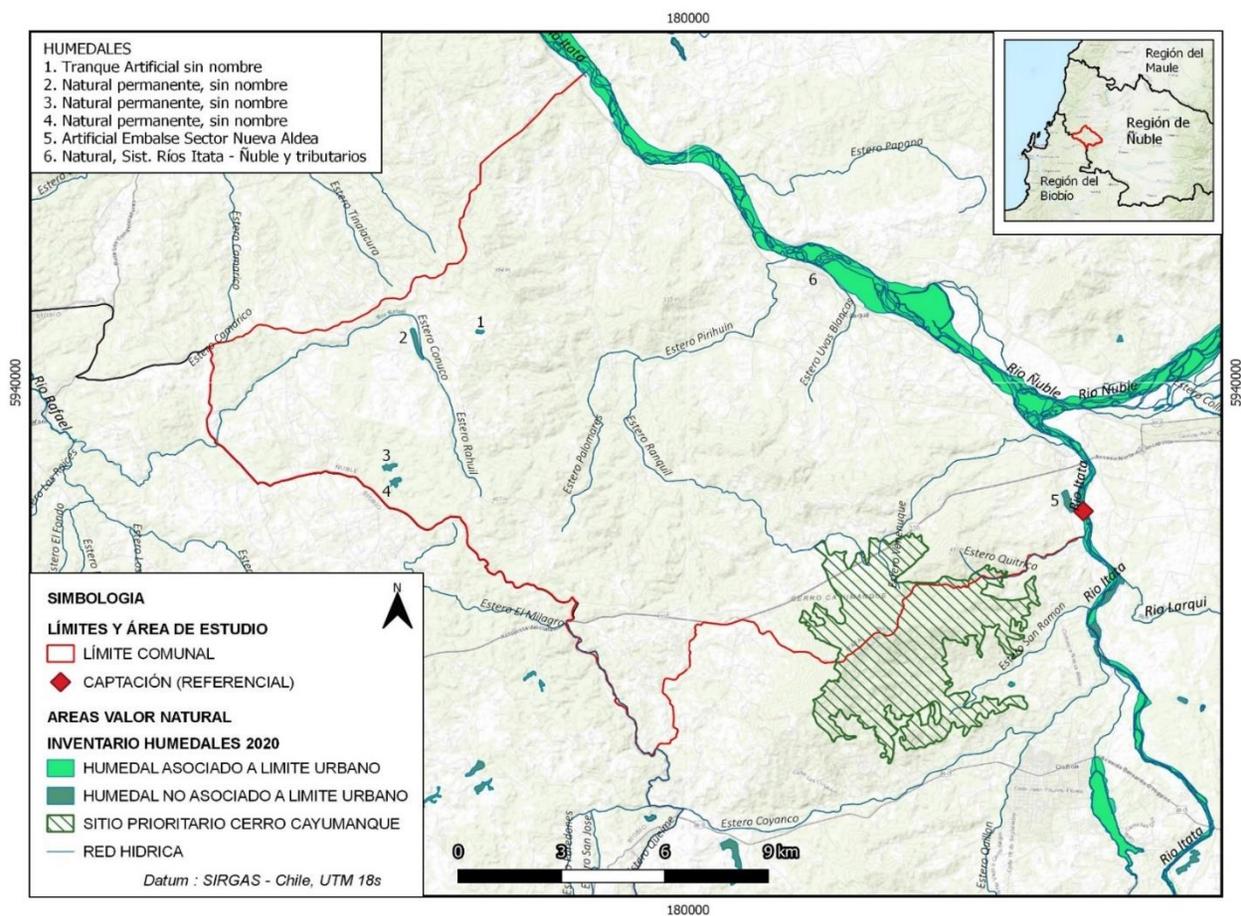


Figura 3-18: Áreas protegidas y de valor natural presentes en el área de estudio

Fuente: Elaboración propia, con base en información MMA.

3.10. Antecedentes de Interés Destacados

La comuna de Ránquil ha sido declarada, junto al resto del valle del río Itata, como zona de rezago por la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, dados sus niveles de pobreza, aislamiento y otros factores que dificultan sus posibilidades de desarrollo (SUBDERE, 2020).

Cuenta con una superficie total de 248,3 Km². Según el Censo 2017, de las 5.755 personas que la habitaban, un 72% lo hacía en sectores rurales, cifra que supera largamente el promedio regional (que alcanzaba un 30%).

Ránquil continúa reflejando una larga historia y una vocación agrícola y vitivinícola, la que también se expresa en la economía comunal. Así, según resultados del Censo 2017, un 30% de la población se empleaba en el sector primario. Junto a ello, en las últimas décadas se ha ido consolidando un complejo maderero (cuyo centro es la empresa Arauco, en el sector de Nueva Aldea), lo que ha generado una mayor presencia de la actividad forestal, situación reflejada tanto en la generación de empleo como en la utilización de suelos para plantaciones forestales.

El último Censo agropecuario (2007) da cuenta que Ránquil cuenta con una superficie agrícola de 9.505,9 ha, en las cuales, se reconoce un total de 661 predios con explotaciones agrícolas, de las cuales el 99% se encuentran activas en el rubro agrícola. La estratificación predial da cuenta que aproximadamente el 64% corresponden a predios inferiores a 5 ha y el 87% a predios inferiores a 20 ha.

Además de la producción vitivinícola, la comuna es productora de hortalizas, frutas, cereales, leguminosas y tubérculos, destacando, por ejemplo, la producción de tomates, papas, cerezos, olivos, trigo y maíz. Existen interesantes emprendimientos en la producción de aceite de Oliva y, progresivamente, se ha buscado otorgar valor a la producción, generando vino embotellado, lo que ha sido impulsado por agencias locales de desarrollo y por el propio municipio.

Respecto al uso de agua para riego, se destaca que, el censo agropecuario del año 2007 da cuenta de 119,2 ha bajo esta condición, lo que refleja sólo un 1,3% de total de superficie agrícola en el Área de Estudio. El resto de la superficie (9.386, 7 ha aprox.), se considera con un potencial para la incorporación de nuevas áreas de riego.

Se destaca la potencialidad climática para el desarrollo comercial de diversas especies frutales, hortícolas y forrajeras en el contexto de agricultura regada. No obstante, la disponibilidad de suelos con aptitud de riego sin limitantes para el desarrollo de cultivos (aptitud agrícola y frutales) es baja porcentualmente, pero esto no limita la potencial implementación de proyectos de riego, dada la escala de desarrollo que estos asocian en superficie y dada la escasa agricultura de riego existente en Situación Actual. En este contexto, la información de los tipos de suelos y sus limitantes sólo es considerado, a priori, para visualizar una panorámica general del área de estudio, dado que, una vez definido los proyectos de riego para evaluación y su área beneficiada, se actualizarán los antecedentes de suelo con análisis in situ, por los cuales, se pueda proponer prácticas de mejoras para el desarrollo agrícola, como implementación de camellones, despedradura, subsolado, plantación en curvas de nivel y otras medidas

que puedan resultar necesarias según cada caso. De igual forma, se destaca la necesidad de llevar a cabo un acertado diagnóstico agroproductivo y edáfico, que permita, en lo posible, la incorporación de sitios de proyecto que puedan maximizar el uso de los suelos regables disponibles.

Respecto a la situación ambiental en el área de estudio, se destaca sólo un Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad, correspondiente al Cerro Cayumanque, área compartida entre las comunas de Ránquil y Quillón. En general el componente vegetacional se encuentra con un alto grado de intervención en el área de estudio, sin que destaquen especies con problemas de conservación, no así, la fauna potencial presente en la zona, donde se reconocen especies en peligro de extinción, peligro crítico y vulnerables.

En cuanto al potencial hidrogeológico, este es considerado bajo, siendo declarada zona de nula importancia hidrogeológica, con excepción de las zonas adyacentes al Río Itata. Particularmente en el sector del Acuífero del Río Itata que se encuentra en Ránquil, permite un nivel de explotación mayor respecto al resto de la comuna, donde los caudales de extracción van desde los 0,2 a 62,5 L/s, con un promedio de 11,7 L/s.

Respecto a la calidad de aguas, sólo se tienen antecedentes detallados en dos de los cuatro pozos APR que se encuentran dentro de Ránquil. Estos poseen una clasificación de calidad “excepcional”, donde los parámetros fisicoquímicos: Ph; Cloruros; Sulfatos; Magnesio; Nitrato; Arsénico; Sodio; y Calcio, se encuentran dentro de los rangos establecidos en la norma de agua potable NCh N°409.

En el área de estudio no se evidencia la presencia de organizaciones de usuarios de agua constituidas legalmente o, de hecho. En tanto los registros de derechos de agua inscritos dan cuenta de un total de 160 títulos de derechos inscritos en el conservador de bienes raíces, de los cuales el 33% corresponden a derechos superficiales y el resto subterráneos. La Regularización de DAA corresponden a un total de 52 superficiales consuntivos, por un caudal total de 122 L/s; y 8 DAA subterráneos por un caudal de 7 L/s.

4. TRABAJOS DE TERRENO

4.1. Infraestructura de Riego de Agua Superficial

4.1.1. Introducción

En este apartado se presenta un diagnóstico de la infraestructura de captación, conducción y acumulación de agua para riego en el Área de Estudio. El objetivo principal de este diagnóstico corresponde a la caracterización de las obras de riego, en cuanto a su ubicación, estado, funcionamiento y otros aspectos que dan cuenta de una línea base para la proposición de mejoras para el desarrollo del riego agrícola en el área de estudio.

4.1.2. Metodología

La metodología empleada consta de una inspección in situ en cada obra extra predial de uso comunitario en el área de estudio. Para identificar las obras existentes, se contó inicialmente con un registro de obras documentadas por CNR y DOH para su uso en Sistemas de información Geográfica (SIG), así como también un registro realizado por el consultor, particularmente en obras de acumulación superficial identificadas con apoyo de imagen satelital de Google Earth. Dicha información posteriormente se corroboró con antecedentes recogidos en visitas a terreno.

Los trabajos con registros en terreno, se realizó en una campaña entre los días 15 y 17 de febrero de 2021, teniendo por objetivo el reconocimiento de obras y contactos de personas locales respecto a la gestión y administración de las obras en cuestión. Para ello se tuvo apoyo inicial del equipo profesional de PRODESAL de Ránquil, y referencias entregadas desde el municipio respecto a obras de riego existentes.

El proceso de caracterización de la infraestructura de distribución de agua se llevó a cabo mediante una descripción desde su bocatoma hasta la última entrega predial, constatando la presencia de obras y singularidades en todo su trayecto, así como también describiendo estado de conservación de las obras y materiales empleados para su construcción. Para el registro de tranques se consideró una evaluación general de la obra y la descripción de obras complementarias como desarenador, compuertas, aforadores, vertedero y otros en los casos que existiesen. De igual forma se contempló el registro de la ubicación de cada uno de los sitios de interés mediante GPS y la generación de un registro fotográfico.

Posterior a la toma de datos en terreno, los antecedentes fueron sistematizados en gabinete generando una base de datos del catastro, la cual fue revisada y analizada de modo de verificar la información, corrigiendo antecedentes erróneos si es que existiesen, referidos principalmente a su ubicación y/o descripción. Para esto, se tomó como referencia el apoyo de imágenes satelitales y registros fotográficos, de modo de contar con antecedentes coherentes para el análisis de las obras catastradas.

Las categorías para el estado de las obras, se han analizado de acuerdo a la metodología solicitada por los términos de referencia del Estudio, en su anexo 4. Esta, se centran en el análisis de cuatro parámetros de interés. Los dos primeros hacen referencia a factores técnicos, por el cual se

considera el funcionamiento hidráulico y el estado estructural de la obra; Los otros dos parámetros, se relacionan con factores de Gestión, siendo de interés los factores de riesgo y facilidad de operación.

La evaluación de cada parámetro específico en una obra determinada corresponde al producto de la observación realizada en terreno y corresponde a valores de 0 a 1 en intervalos de 0,25 (Nota asignada al factor de análisis).

A cada una de las obras se le asocia un índice técnico (It) y otro de gestión (Ig), los que son calculados mediante las siguientes relaciones:

$$It = 0,5 * (\text{Nota funcionamiento hidráulico}) + 0,5 * (\text{Nota Estado estructural})$$

$$Ig = 0,6 * (\text{Nota factor de riesgo}) + 0,4 * (\text{Nota facilidad de operación})$$

Si:

$0 \leq \text{Índice} \leq 0,34$ El estado de obra es **deficiente**

$0,34 < \text{Índice} \leq 0,67$ El estado de obra es **regular**

$0,67 < \text{Índice} \leq 1$ El estado de obra es **bueno**

Finalmente, el estado general de la obra se le asigna una categoría (bueno, regular o malo), dando cuenta del grado de mantención de la obra, como reflejo del análisis conjunto de los factores antes analizados.

En Anexo 4-1 se presenta las fichas del catastro de obras con los antecedentes recopilados en terreno. En tanto en Anexo 4-2 se hace entrega de un registro fotográfico de las obras y singularidades catastradas.

Los antecedentes registrados en terreno y aquellos rescatado de antecedentes secundarios, se han sistematizado para su uso en una Plataforma SIG. La información se encuentra contenida en la capa temática referida a Infraestructura de Riego, en Carpeta SIG. De igual forma se incorporaron los antecedentes recopilados en la Plataforma ESIIR de la CNR.

En adelante se presenta un análisis descriptivo del estado de las obras catastradas dentro del Área de Estudio.

4.1.3. Catastro de Obras de Captación, Distribución y Acumulación

De acuerdo al reconocimiento de obras llevada a cabo en terreno, se pudo constatar la presencia de dos obras de captación de agua superficial de uso comunitario. Según indicaciones desde el municipio y PRODESAL, el trabajo comunitario en torno al manejo del agua, específicamente para su uso en riego, se desarrolla principalmente de forma individual. Hoy en día las obras referidas a la captación de agua asociativa para su uso en riego, se han diversificado en cuanto a su uso, siendo utilizadas

preferentemente para consumo, y de forma secundaria para riego, siendo destinado en gran medida en este último caso, para satisfacer necesidades de producción de autoconsumo.

Las dos obras de captación identificadas se sitúan en quebradas sin nombres, en las localidades de Capilla Ránquil y Batuco, las que en conjunto mantienen una red de distribución de 2.289 m, haciendo uso de estas captaciones, aproximadamente 77 regantes.

En adelante se presenta una descripción de la situación actual de cada una de estas dos obras de riego.

4.1.3.1. Conducción Sector Navas

Corresponde a una obra de distribución de agua proveniente de un estero sin nombre en la localidad de Capilla Ránquil, sector Navas. Esta conducción tiene una longitud total catastrada de 589 m en todo su trayecto en PVC de 50 mm de diámetro. La toma de agua se realiza directamente desde una tubería dispuesta en la ribera derecha del curso de agua, en la coordenada UTM 5.940.202,4 N; 717.213,9 E (WGS 84 18S). En el sector de la toma de agua, 6 metros aproximadamente aguas abajo, se ubica una obra de decantación en material de concreto, con un estado de conservación bueno.

El agua se conduce por tubería de PVC de 50 mm, hasta un estanque de 5 mil litros, para luego distribuir a los usuarios. De acuerdo a información de actores locales, la obra se construyó para su uso en riego, lo cual derivó hace aproximadamente 10 años a un uso mixto (consumo-riego), dado la escasez hídrica en el sector.

La obra en su conjunto mantiene un estado de conservación bueno, aun cuando se reconocen diversos tramos vulnerables a eventos de incendios, dado que la tubería de conducción queda expuesta en superficie en sector de matorral y bosque donde en el pasado se han presentado casos de incendios.

En la Figura 4-1 se presenta espacialmente el recorrido de la obra de conducción dentro del Área de Estudio, apreciándose la ubicación de su bocatoma, obras complementarias y singularidades.



Figura 4-1: Ubicación espacial conducción Navas

Fuente: Elaboración propia.

En el trayecto de esta conducción se reconocen cruces de camino, filtraciones de tubería y tramos expuestos en superficie y puntos de desagüe.

En la Fotografía 4-1 es posible visualizar imágenes de referencia de la Conducción Navas.



Fotografía 4-1: Conducción Navas

Fuente: Equipo del Consultor.

En el Cuadro 4-1, se realiza una descripción general de la obra de conducción por tramos, diferenciadas por secciones comunes en cuanto a tipo de sección, estado de conservación y singularidades identificadas.

Cuadro 4-1: Descripción por tramos representativos conducción Navas

TRAMO	TIPO	LONGITUD_M	ESTADO MANTENCIÓN	SINGULARIDAD
1	Entubado	12,5	Bueno	Bocatoma
2	Entubado	11,2	Bueno	Filtración
3	Entubado	58,9	Bueno	Filtración
4	Entubado	149,7	Bueno	Estanque acumulador
5	Entubado	151,4	Bueno	Cruce Camino
6	Entubado	20,9	Regular	Tubería expuesta, sitio con Desgaste (3 m)
7	Entubado	8,4	Bueno	Tubería expuesta
8	Entubado	13,1	Bueno	Tramo en superficie
9	Entubado	17,4	Bueno	Cruce cauce
10	Entubado	27,3	Bueno	Tramo bajo tierra
11	Entubado	33,3	Bueno	Tramo expuesto en superficie
12	Entubado	13,5	Bueno	Tramo bajo tierra
13	Entubado	18,5	Bueno	Tramo en superficie, válvula desagüe
14	Entubado	12,6	Bueno	Tramo en superficie
15	Entubado	23,9	Bueno	Tramo bajo tierra
16	Entubado	16,4	Bueno	Tramo bajo tierra, antes de comenzar distribución en terrenos particulares

Fuente: Elaboración propia, a partir de catastro de canales.

4.1.3.2. Conducción Batuco

Corresponde a una conducción de aguas de un estero sin nombre en el sector de Batuco. La conducción se realiza en 2 tuberías hasta unos estanques de acumulación construidos en cemento, para luego ser distribuidos a los usuarios.

Presenta una obra de bocatoma frontal, compuesta por una barrera transversal al estero, con muro de cemento y una sección de fondo revestido también con concreto. Posee una compuerta de regulación de salida para distribución y una copuerta de salida para regulación del cauce. Las obra de captación se ubica en las coordenadas UTM 5.949.600,3 N; 712.086,9 E (WGS 84 18S).

Ambas tuberías de distribución en la gran mayoría de sus tramos corresponden a PVC en buen estado. La longitud total de conducción catastrada es de 1.700 m aproximadamente.

De acuerdo a información de actores locales, el uso de esta obra, si bien tuvo un interés para riego en sus inicios (sin información de año de construcción), hace aproximadamente 20 años que su uso está destinado esencialmente para consumo y de forma secundaria para riego.

Actualmente la organización se encuentra postulando a un proyecto de agua potable, el cual, una vez se concrete, permitirá liberar el uso de las aguas captadas por la obra catastrada, para un uso preferente al riego. Además, se ha indicado que, la organización cuenta con una cesión de derechos de agua desde otra quebrada, la cual será incorporada al caudal a distribuir entre sus usuarios para su uso en riego (proyecto actualmente en construcción).

En la Figura 4-2 se presenta espacialmente el recorrido del canal dentro del Área de Estudio, apreciándose la ubicación de su bocatoma, obras complementarias y singularidades.

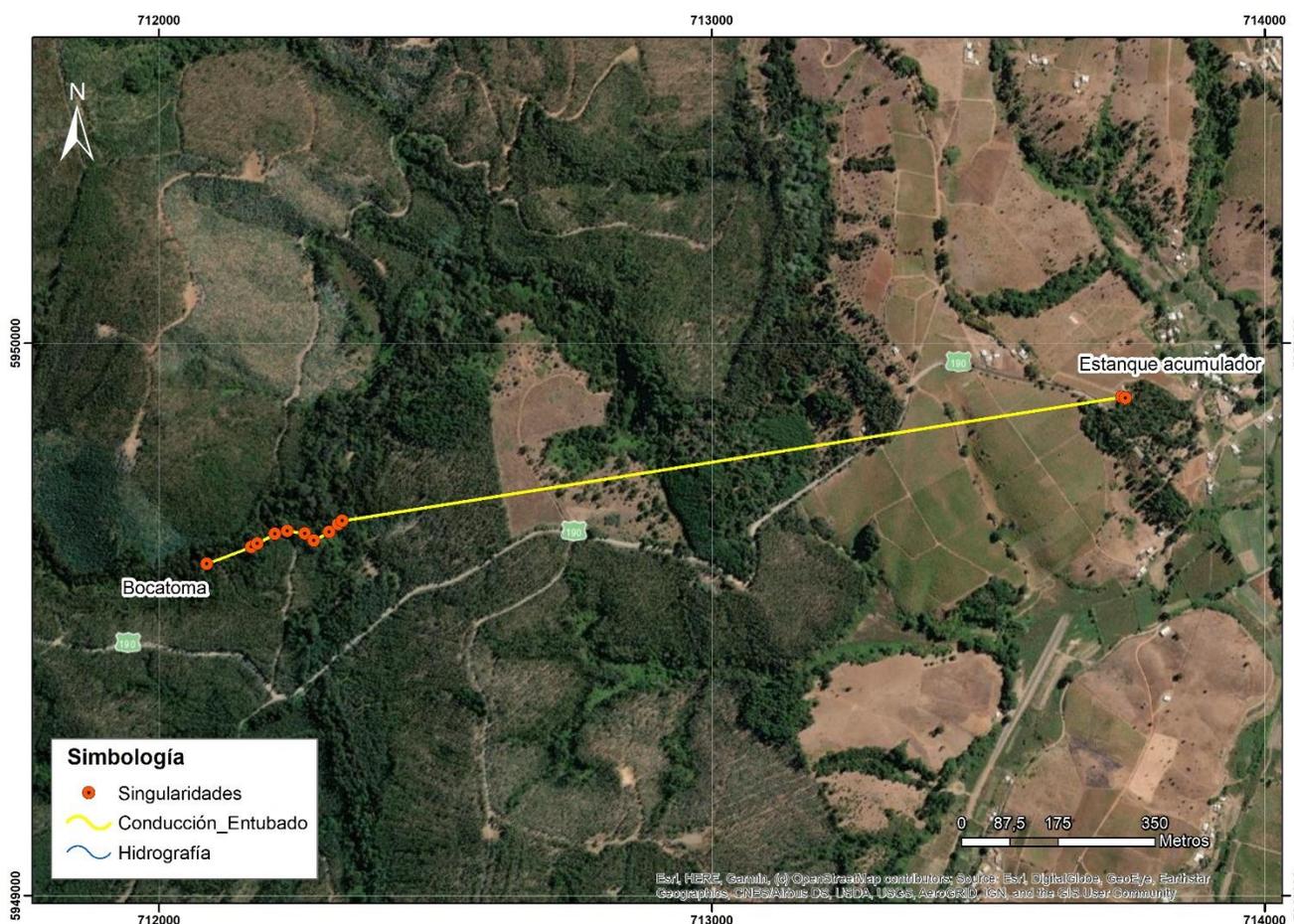


Figura 4-2: Ubicación espacial conducción Batuco

Fuente: Elaboración propia.

Se ha identificado en el trayecto de conducción, obras de decantación, sitios para desague, respiraderos, cruces de camino y estero. En la Fotografía 4-2 es posible visualizar imágenes de referencia para la obra de conducción Batuco



Fotografía 4-2: Conducción Agua Fina Batuco

Fuente: Equipo del Consultor.

En el Cuadro 4-2, se señala una descripción general del canal por tramos, diferenciadas por secciones comunes en cuanto a tipo de sección, estado de conservación y singularidades identificadas.

Cuadro 4-2: Descripción por tramos representativos de conducción Batuco

TRAMO	TIPO	LONGITUD_M	ESTADO MANTENCIÓN	SINGULARIDAD
1	Entubado	86,1	Bueno	Bocatoma
2	Entubado	12,6	Bueno	Desagüe
3	Entubado	36,6	Bueno	Respiradero
4	Entubado	22,9	Bueno	Cruce Camino
5	Entubado	32,1	Bueno	Respiradero
6	Entubado	20,3	Bueno	desagüe
7	Entubado	32,0	Bueno	Cámara, desarenador
8	Entubado	21,7	Bueno	Arreglo tubería
9	Entubado	9,3	Bueno	Cruce cauce
10	Entubado	1427,9	Bueno	Tubería bajo tierra
11	Entubado	6,1	Bueno	Decantador, acumuladores

Fuente: Elaboración propia, a partir de catastro de canales.

4.1.4. Catastro Obras de Acumulación

Dentro del área de estudio no se registraron obras de acumulación extrapredial de uso comunitario, por lo cual, se diagnosticó el estado actual de dos obras particulares impulsadas por proyectos INDAP y CNR respectivamente, los cuales resultan referentes dentro de la infraestructura intrapredial existente en el área de estudio. En los siguientes acápite se describe cada uno de estos.

4.1.4.1. Tranque Particular 1, Sector La Raya

Esta obra de acumulación corresponde a un proyecto INDAP de uso intrapredial, ubicada en las coordenadas UTM 5.943.504,9 S, 710.305,2 E (WGS 84, 18S). Mantiene una geometría irregular, con una superficie de espejo de agua de 1468 m². El agua acumulada corresponde a agua de vertiente captada

por un muro frontal de 40 metro aproximadamente, el volumen de acumulación es de 5.800 m³ aproximadamente y mantiene un riego actual de 1,5 ha.

El muro de la obra es de tierra y no presenta revestimiento. Como obra anexa, sólo cuenta con un vertedero y la conexión de paneles solares hacia la estación de bombeo que lleva el agua hacia dos estanques acumuladores desde donde se distribuye el riego hacia los cultivos.

De acuerdo a información del propietario, aun no se realizan actividades de limpieza en la obra desde su construcción (2014), sin que se evidencie signos de embancamiento.

En la Figura 4-3 se presenta espacialmente la ubicación del tranque.



Figura 4-3: Ubicación espacial tranque sector La Raya

Fuente: Elaboración propia.

En la Fotografía 4-3 es posible visualizar imágenes de referencia para el Tranque.



Fotografía 4-3: Tranque sector La Raya

Fuente: Equipo del Consultor.

4.1.4.2. Tranque Particular 2, Sector El Quilo

Esta obra de acumulación corresponde a un proyecto CNR de uso intrapredial, ubicada en las coordenadas UTM 709.972,1 S, 5.939.832,9 E (WGS 84, 18S). Mantiene una geometría irregular, con una superficie de espejo de agua de 265 m². El agua acumulada corresponde a agua de vertiente en un tranque semienterrado, el que cuenta con una capacidad de acumulación de 450 m³ aproximadamente con el cual se riega 1 ha de cultivo.

Los muros laterales son de tierra y presenta un revestimiento en geomembrana, tanto en sus taludes como en el fondo. Como obra anexa, sólo cuenta con un vertedero y una estación de bombeo, con la cual se capta el agua para llenar tanto el tranque como un acumulador destinado para consumo. La energía para el bombeo se realiza por electricidad desde el empalme de la propiedad.

De acuerdo a información del propietario, aun no se realizan actividades de limpieza en la obra desde su construcción (2014), sin que se evidencie signos de embancamiento.

En la Figura 4-3 se presenta espacialmente la ubicación del tranque.

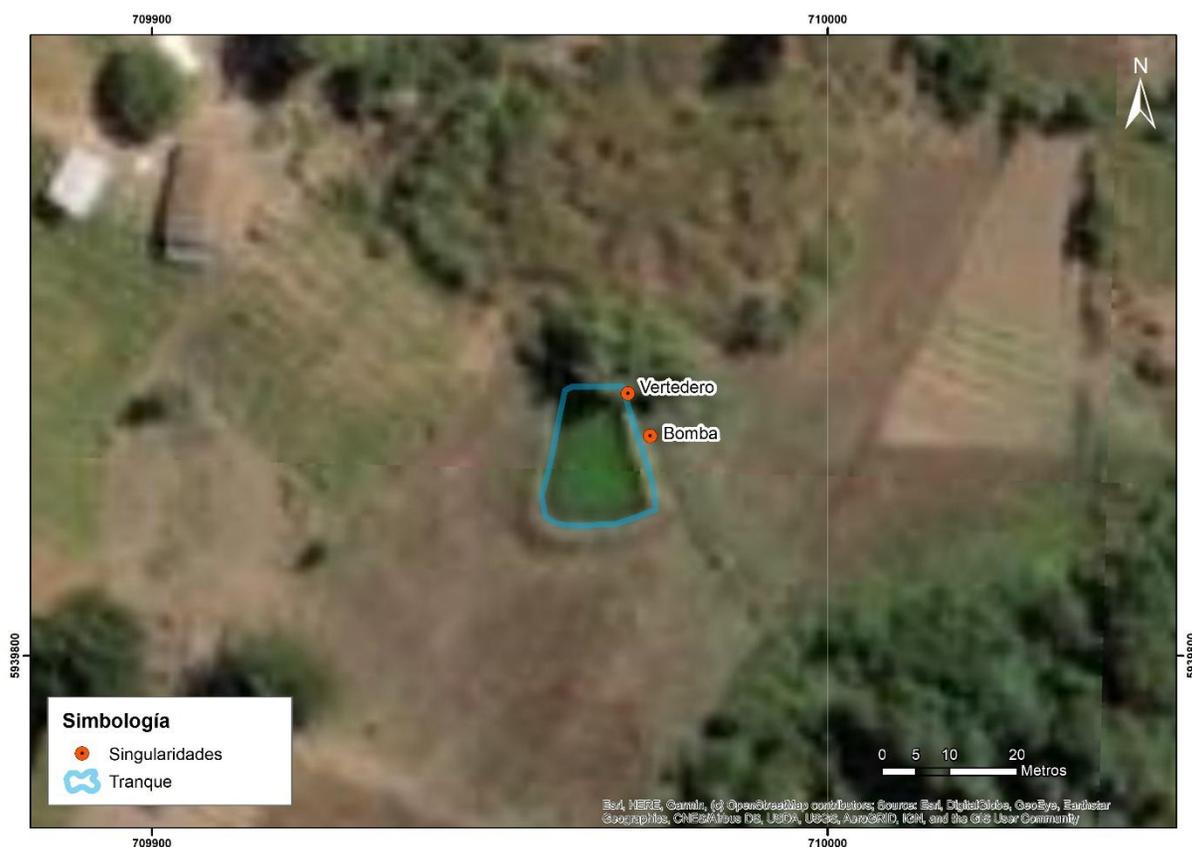


Figura 4-4: Ubicación espacial tranque sector El Quilo

Fuente: Elaboración propia.

En la Fotografía 4-3 es posible visualizar imágenes de referencia para el Tranque.



Fotografía 4-4: Tranque sector El Quilo

Fuente: Equipo del Consultor.

4.2. Infraestructura de Riego de Extracción de Agua Subterránea

4.2.1. Introducción

En este apartado se presenta un catastro de pozos (pozos, norias y punteras) de toda la comuna de Ránquil, en donde para 50 de ellos se realizó una medición de niveles (estáticos/dinámicos) y 50 encuestas de verificación, por la cual, se recolectó información acerca de aspectos, como por ejemplo: si la obra está en uso o fuera de uso, caudal de bombeo en el caso que se disponga de esa información, información de niveles estáticos y dinámicos, información sobre disponibilidad de agua subterránea en verano, etc.

4.2.2. Metodología

El catastro de pozos, norias y punteras en la comuna se realizó entre los días 22 a 25 de febrero de 2021 a 53 obras de extracción de aguas subterráneas entre pozos, norias y punteras. La distribución de la infraestructura de extracción de aguas subterráneas catastrada corresponde a 33 encuestas en el área no priorizada y 20 en la zona priorizada.

Para realizar el catastro se contó con las bases de datos de los derechos de aprovechamiento de agua (DAA) de la DGA y la base de datos de INDAP perteneciente al Programa de Desarrollo Local (PRODESAL) que cuenta con pozos construidos y con derechos de agua que se tramitarán o se encuentran en tramitación.

El catastro consideró para cada captación subterránea registrada, la medición de nivel, las coordenadas UTM, un registro fotográfico y una encuesta que recoge realizada a la persona que autorizó el ingreso a los predios, respecto a información de caudal, si está en uso o desuso, distribución de caudales, etc.

La medición del nivel del agua subterránea se realizó con un pozómetro de 150 metros, las coordenadas fueron obtenidas con un equipo Garmin GPSmap 62sc, el registro fotográfico fue realizado con smartphone y las encuestas fueron llenadas en papel.

Cada encuesta fue complementada con información secundaria utilizando la base de antecedentes de derechos de aprovechamiento de aguas de la DGA y pozos construidos por INDAP entregada por Don Hugo Contreras (profesional equipo PRODESAL).

Los antecedentes registrados en terreno fueron sistematizados e incorporados en el SIG del Estudio.

4.2.3. Catastro de Obras de Extracción de Agua Subterránea

En el Cuadro 4-3 se presenta el listado de las infraestructuras catastrada indicando la fecha en que se realizó la encuesta y su ubicación en coordenadas UTM.

Cuadro 4-3: Infraestructura de extracción de aguas subterráneas catastrada

Punto	ID	ESTE	NORTE	Datum-Huso	FECHA	SECTOR
1	01JB	719465	5946307	WGS 84-18S	22-02-2021	Sector 1
2	02JB	718612	5947422	WGS 84-18S	22-02-2021	Sector 1
3	03JB	721098	5945774	WGS 84-18S	22-02-2021	Sector 1
4	04JB	720677	5945886	WGS 84-18S	22-02-2021	Sector 1
5	05JB	723254	5942137	WGS 84-18S	22-02-2021	Sector 1
6	06JB	718519	5947163	WGS 84-18S	22-02-2021	Sector 1
7	07JB	715513	5948197	WGS 84-18S	22-02-2021	Sector 1
8	08JB	713916	5944463	WGS 84-18S	22-02-2021	Sector 1
9	09JB	714642	5949325	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 1
10	10JB	714719	5951412	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 1
11	11JB	714421	5943927	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 1
12	01GP	727412	5938498	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
13	02GP	723255	5939596	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
14	03GP	723267	5939356	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
15	04GP	722772	5938845	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
16	05GP	722552	5938468	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
17	06GP	722692	5939256	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
18	07GP	715248	5940452	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
19	08GP	714730	5934320	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
20	09GP	714736	5934325	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
21	10GP	714755	5934351	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
22	11GP	714100	5935281	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
23	12GP	710365	5943565	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
24	13GP	710545	5943762	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
25	14GP	710649	5943876	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
26	15GP	708520	5944626	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
27	16GP	708586	5944650	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
28	17GP	709656	5942678	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
29	18GP	708519	5944682	WGS 84-18S	23-02-2021	Sector 2
30	19GP	710069	5940097	WGS 84-18S	24-02-2021	Sector 2
31	20GP	710021	5940082	WGS 84-18S	24-02-2021	Sector 2
32	21GP	709540	5939542	WGS 84-18S	24-02-2021	Sector 2
33	22GP	709855	5939651	WGS 84-18S	24-02-2021	Sector 2
34	23GP	706161	5942080	WGS 84-18S	24-02-2021	Sector 2
35	24GP	706243	5942060	WGS 84-18S	24-02-2021	Sector 2
36	25GP	706479	5942307	WGS 84-18S	24-02-2021	Sector 2
37	12JB	721717	5944115	WGS 84-18S	24-02-2021	Sector 1
38	13JB	720974	5942571	WGS 84-18S	24-02-2021	Sector 1
39	14JB	719528	5944085	WGS 84-18S	24-02-2021	Sector 1

Cuadro 4-3: Infraestructura de extracción de aguas subterráneas catastrada

Punto	ID	ESTE	NORTE	Datum-Huso	FECHA	SECTOR
40	15JB	719347	5945062	WGS 84-18S	24-02-2021	Sector 1
41	16JB	718041	5942039	WGS 84-18S	24-02-2021	Sector 1
42	17JB	722654	5942374	WGS 84-18S	24-02-2021	Sector 1
43	18JB	720602	5943457	WGS 84-18S	24-02-2021	Sector 1
44	26GP	705161	5942599	WGS 84-18S	24-02-2021	Sector 2
45	27GP	704425	5943845	WGS 84-18S	25-02-2021	Sector 2
46	28GP	706705	5945190	WGS 84-18S	25-02-2021	Sector 2
47	29GP	707085	5945046	WGS 84-18S	25-02-2021	Sector 2
48	30GP	714621	5939420	WGS 84-18S	25-02-2021	Sector 2
49	21JB	711679	5945566	WGS 84-18S	25-02-2021	Sector 2
50	20JB	716182	5948868	WGS 84-18S	25-02-2021	Sector 1
51	19JB	718495	5946800	WGS 84-18S	25-02-2021	Sector 1
52	31GP	705263	5944623	WGS 84-18S	25-02-2021	Sector 2
53	32GP	710021	5940082	WGS 84-18S	24-02-2021	Sector 2

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4-5 se presenta la ubicación de toda la infraestructura catastrada mostrando las norias, punteras y pozos, identificando los sectores 1 y 2.

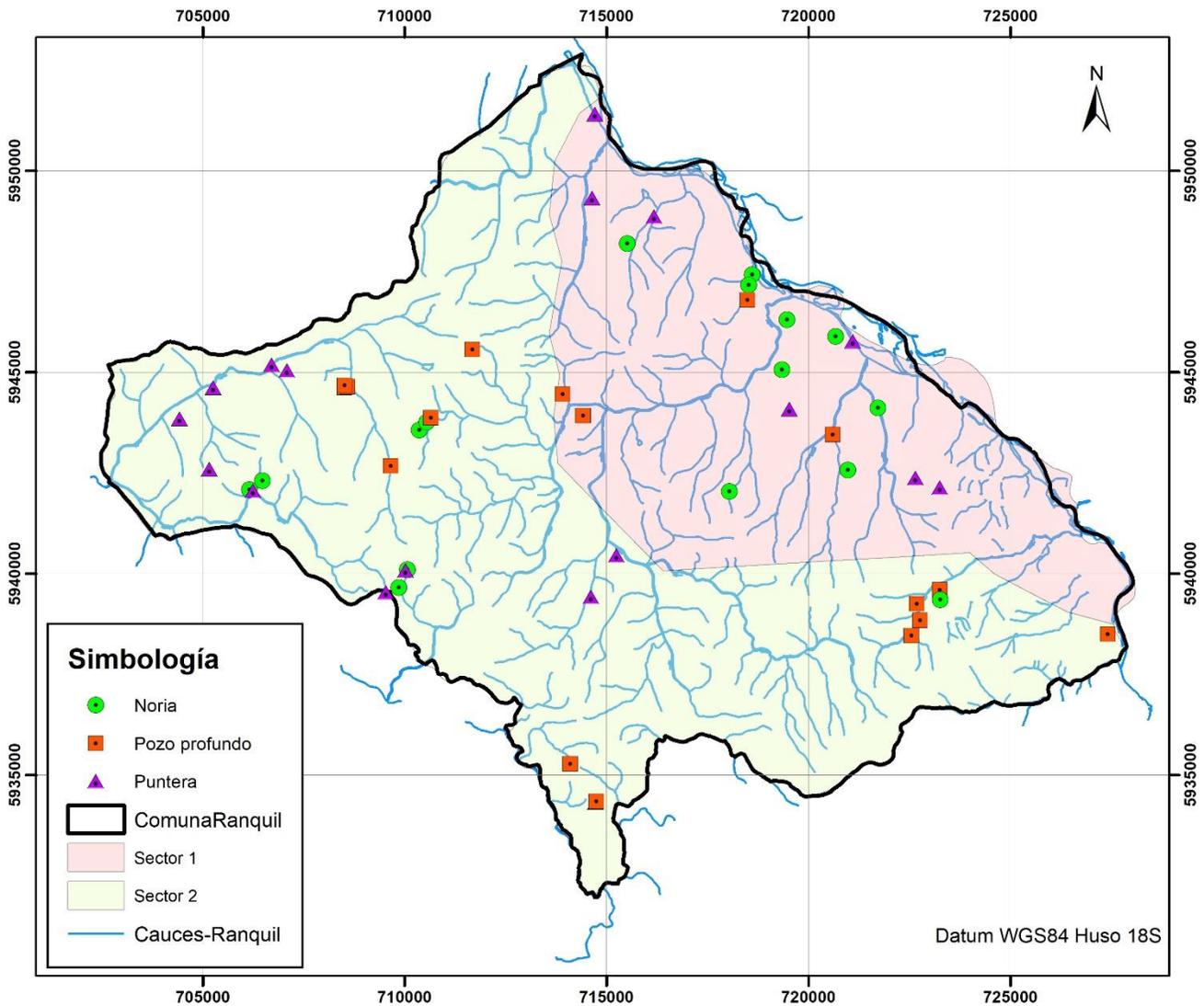


Figura 4-5: Catastro infraestructura subterránea

Fuente: Elaboración propia.

De la infraestructura catastrada se tiene 16 norias, 20 punteras y 17 pozos profundos. Con respecto a los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas 24 obras cuentan con estos y 29 no. De las 53 entrevistas realizadas 5 corresponden a persona jurídica y 48 a personas naturales. De las obras revisadas ninguna cuenta con control de extracción a excepción del APR Poso Hondo.

En general en la zona se observaron diversos predios particulares con pequeños cultivos frutales, dedicados especialmente a la vid (propia de la zona sin parrales). La principal fuente de agua que se observó fue subterránea, con amplia presencia de pozos profundos, norias y punteras. Las aguas superficiales en general se dejaron de utilizar hace años, por agotamiento. Si nos enfocamos en el tipo de captación, los entrevistados declararon haber utilizado en general punteras y norias en el pasado, siendo el pozo profundo menos frecuente. Fenómeno que ha ido cambiando gracias a diversos proyectos municipales de agua potable rural individual que se ejecutan en distintos sectores

de la comuna. En éstos se observa la elaboración de pozos profundos para cada predio particular, mediante la gestión de PRODESAL comunal junto a INDAP.

Respecto del ejercicio de derechos de aprovechamiento de aguas, se observa una cantidad considerable de pozos noria y punteras sin derecho. Los pozos nuevos de INDAP (ejecutados entre fines de 2020 e inicios de 2021) entregan agua, sin embargo, la empresa encargada aun realiza la entrega final de éstos, por lo que no se ha iniciado trámites de inscripción. Los únicos derechos inscritos son algunos correspondientes a captaciones relacionadas a viejos proyectos INDAP que datan de inicios de la década del 2000. Se observa en general que la gente no está interiorizada en el proceso de solicitud de derechos de aprovechamiento de aguas y desconocen a las instituciones asociadas (especialmente a la DGA), mientras que es el enlace municipal en el que ellos confían para “inscribir las aguas”.

Las encuestas se adjuntan en el Anexo 4-3, en el Anexo 4-4 se adjunta una planilla con toda la información obtenida en las entrevistas y el registro fotográfico se incluye en el Anexo 4-5.

4.3. Calidad de Agua Superficial

Como parte de la caracterización de los recursos hídricos, que es la base para estimar la oferta de agua para la comuna se desarrolló un estudio de calidad de aguas superficiales en el río Itata y diferentes quebradas en el área de estudio que entrego información sobre la capacidad de los recursos para el riego en diferentes estaciones del año.

4.3.1. Antecedentes Generales

En este apartado se considera generar información de la calidad de agua realizando toma de muestras completas con los parámetros establecidos en la NCh 1.333, además de medición de parámetros in situ medidos con sonda multiparámetros (temperatura, pH, TDS, entre otros).

Se contempla la realización de 3 muestreos cada 3 meses (representativos de las 4 estaciones del año), es decir, 12 muestreos. Respecto de las otras fuentes, se consideran 6 mediciones de calidad de agua en la temporada de invierno.

La distribución de las 12 mediciones de calidad de aguas superficial en el río Itata y las 6 mediciones a los esteros y ríos que cruzan el valle correspondiente al área de estudio, se presentan en el Cuadro 4-4.

Cuadro 4-4: Programación campañas calidad de agua

	VERANO	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA
Estudio de Calidad de aguas superficiales	3 muestreos río Itata	3 muestreos río Itata	3 muestreos río Itata 6 muestreos en quebradas	3 muestreos río Itata
Fecha Realizada /Tentativas	18 al 19 de febrero de 2021	27 de mayo de 2021	Entre el 26 al 30 de julio de 2021	Entre el 8 al 12 de noviembre de 2021

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Metodología

Se recopiló información de la calidad de las aguas superficiales realizando muestreos completos de calidad de aguas con los parámetros establecidos en la NCH-1.333 (toma de muestras en botellas de laboratorio) y parámetros in situ medidos con multiparámetro (temperatura, pH, TDS, entre otros) para las siguientes fuentes y sus respectivas frecuencias:

- En el río Itata se realiza 3 muestreos cada 3 meses aproximadamente, es decir muestreos en otoño, invierno, primavera y verano.
- 6 muestreos en esteros y quebradas que cruzan el valle correspondiente al área de estudio, idealmente durante la temporada de invierno.

El muestreo fue realizado según las normas NCH 411/6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua y NCH 411/3: Guía de manejo y preservación de muestras.

La ubicación de los 3 muestreos en el río Itata se señalan en el Cuadro 4-5 y se representan espacialmente en la Figura 4-6, los cuales fueron consensuados previamente por la CNR.

Cuadro 4-5: Puntos de muestreo de calidad de aguas temporada verano

Punto	Cauce	Fecha Muestreo	Este UTM (m)	Norte UTM (m)	Datum-Huso
Itata1	Río Itata	18-02-2021	727.795	5.940.194	WGS84-18S
Itata2	Río Itata	19-02-2021	721.301	5.946.236	WGS84-18S
Itata3	Río Itata	19-02-2021	717.439	5.949.866	WGS84-18S

Fuente: Elaboración propia.

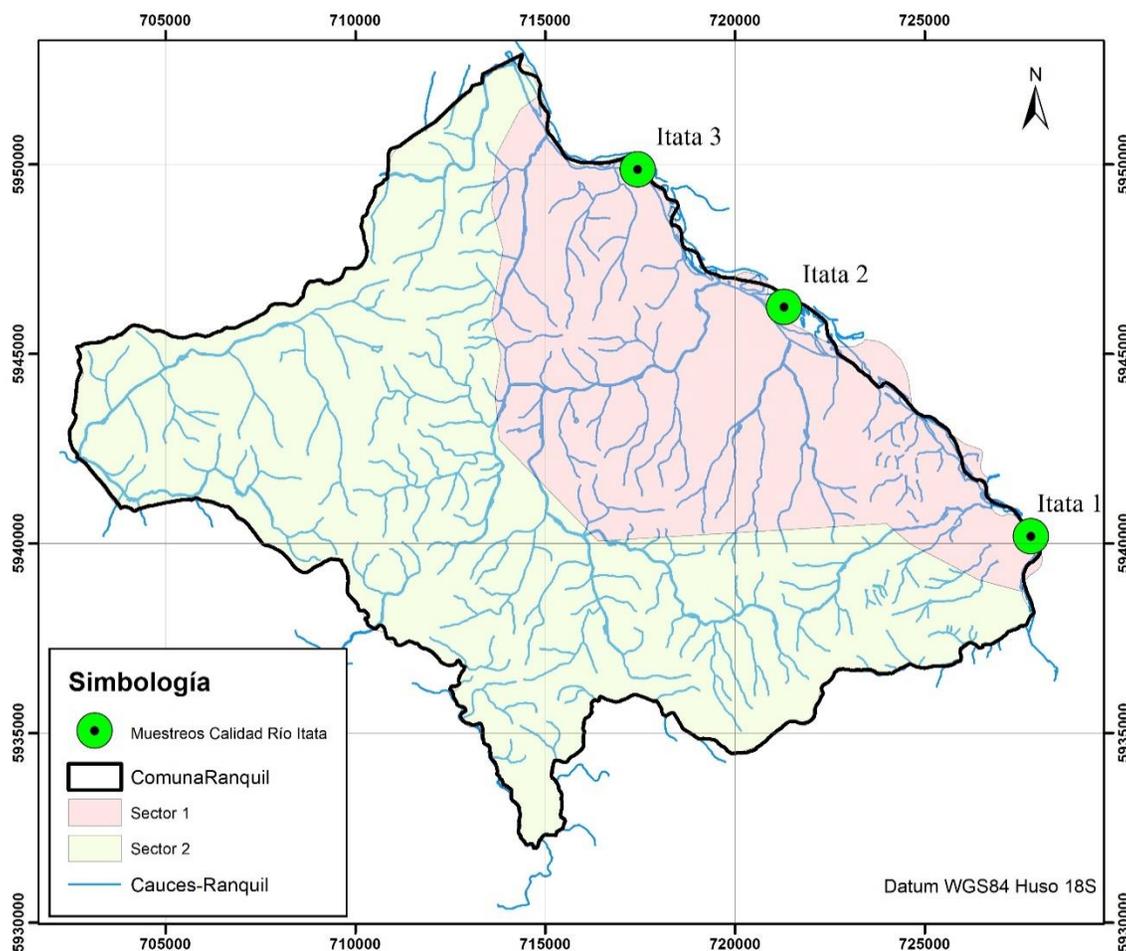


Figura 4-6: Puntos de muestreo de calidad de agua

Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros in situ fueron medidos con el equipo de Hanna Instruments modelo HI 9829 (en el registro fotográfico se incluye fotografía con todos los parámetros medidos) y las muestras de agua fueron enviadas al laboratorio certificado HIDROLAB.

4.3.3. Resultados

Los parámetros in situ obtenidos son los presentados en el Cuadro 4-6.

Cuadro 4-6: Parámetros in situ calidad de aguas temporada verano

Parámetro	Unidad	Limite NCh 1333 1987	Itata 1	Itata 2	Itata 3
pH	pH	5,5-9,0	8,58	8,57	8,48
Oxido Disuelto	%DO		51.2	38.2	40.4
Oxido Disuelto	ppm DO		4.6	3.5	3.77
Conductividad	μS/cm	750	128	138	120

Cuadro 4-6: Parámetros in situ calidad de aguas temporada verano

Parámetro	Unidad	Limite NCh 1333 1987	Itata 1	Itata 2	Itata 3
Resistividad	MΩcm		0,0078	0,0073	0,0083
Solidos Totales disueltos	ppm TDS	500	64	69	60
Salinidad	PSU		0,06	0,06	0,06
Turbidez	FNU		11,1	6	46
Temperatura	°C		20,68	19,78	18,75

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de los análisis en laboratorio son los presentados en el Cuadro 4-7. Además, se incluyen los límites requeridos del agua para riego correspondiente a la norma NCh 1.333.

Cuadro 4-7: Resultados muestreos de laboratorio

Parámetro	Unidades	Limite NCh 1333 1987	Resultados		
			Itata 1	Itata 2	Itata 3
Nitrato	mg N/L		< 0,1	< 0,1	< 0,1
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1000	< 1,8	< 1,8	< 1,8
Calcio	mg Ca/L		8,74	9,54	9,86
Potasio	mg K/L		2,82	2,99	2,99
Magnesio	mg Mg/L		5	4,99	5,1
Sodio	mg Na/L		7,83	8,62	8,83
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L		50,3	57,2	57
Conductividad	us/cm	750	119	132	132
Dureza Total	mg/L CaCO ₃		42,4	44,4	45,6
RAS	-		0,52	0,56	0,57
Sólidos disueltos totales	mg/L	500	71	80	82
Boro	mg B/L	0,75	<0,020	<0,020	<0,020
Cloruros	mg Cl/L	200	3,04	3,92	4,02
Cianuro Total	mg CN/L	0,2	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fluoruro	mg F/L	1	< 0,1	0,1	0,11
pH	unidad	5,5-9,0	7,60(25,0°C)	7,86(25,0°C)	7,66(25,0°C)
Sulfato	mg/L	250	5,9	6,31	6,03
Plata	mg Ag/L	0,2	<0,002	<0,002	<0,002
Aluminio	mg Al/L	5	0,116	0,089	0,08
Arsénico	mg As/L	0,1	0,001	0,001	0,001
Bario	mg Ba/L	4	0,012	0,011	0,01
Berilio	mg Be/L	0,1	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Cadmio	mg Cd/L	0,01	<0,001	<0,001	<0,001
Cobalto	mg Co/L	0,05	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo	mg Cr/L	0,1	<0,005	<0,005	<0,005
Cobre	mg Cu/L	0,2	<0,005	0,005	<0,005

Cuadro 4-7: Resultados muestreos de laboratorio

Parámetro	Unidades	Limite NCh 1333 1987	Resultados		
			Itata 1	Itata 2	Itata 3
Hierro	mg Fe/L	5	0,228	0,161	0,151
Mercurio	mg Hg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Litio	mg Li/L	2,5	<0,003	<0,003	<0,003
Litio (Cítricos)	mg Li/L	0,075	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Manganeso	mg Mn/L	0,2	0,034	0,034	0,031
Molibdeno	mg Mo/L	0,01	<0,005	<0,005	<0,005
Níquel	mg Ni/L	0,2	0,005	<0,005	<0,005
Plomo	mg Pb/L	5	0,013	0,01	<0,010
Selenio	mg Se/L	0,02	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio	mg V/L	0,1	<0,008	<0,008	<0,008
Cinc	mg Zn/L	2	0,058	0,061	0,052
Sodio Porcentual	% Na	35	27	28	28

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados de calidad de agua entregados por el laboratorio, los valores obtenidos para todos los parámetros son muy similares entre las tres muestras tomadas en el río Itata. Las tres muestras cumplen con cada uno de los requisitos para el uso de riego. Las mediciones in situ son concordantes con los mismos parámetros analizados en laboratorio.

De acuerdo con los resultados disponibles correspondiente al avance de las campañas de terreno se puede concluir que pueden ser utilizados para proyectos de riego. En este sentido, la adaptabilidad de cultivos a esta calidad de agua es plena, no siendo en ningún caso una limitante para la implementación de rubros agrícolas.

Para el caso del consumo humano, los antecedentes disponibles no permiten establecer un análisis acabado, ya que sería necesario realizar análisis de laboratorio de acuerdo con la norma 409.

Los certificados de análisis entregados por el laboratorio se presentan en el Anexo 4-6 y el registro fotográfico se presenta en el Anexo 4-7.

4.4. Campaña de Aforo

Como parte de la caracterización de los recursos hídricos, que es la base para estimar la oferta de agua para la comuna se desarrolló una campaña de aforos en diferentes quebradas en el área de estudio.

4.4.1. Antecedentes Generales

En este apartado se presentan los resultados de la campaña de aforo solicitada en las Bases Técnicas del presente Estudio, a desarrollar en los cauces más importantes que se identifiquen en el Sector 2 de la comuna de Ránquil. En este contexto, la campaña en cuestión se centró en 6 puntos previamente validados por la CNR, en los cuales se realizarán 3 aforos en cada uno de estos, distribuidos en las temporadas de invierno, primavera y verano, resultando 18 aforos en total. En el Cuadro 7-5 se presenta la programación de la campaña de aforos.

Cuadro 4-8: Programación campañas de aforos

Temporada	Campaña de aforos	Fecha Realizada /Tentativas
VERANO	6 aforos en quebradas	18 al 19 de febrero de 2021
INVIERNO	6 aforos en quebradas	Entre el 26 al 30 de julio de 2021
PRIMAVERA	6 aforos en quebradas	Entre el 8 al 12 de noviembre de 2021

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Metodología

4.4.2.1. Conceptos Metodológicos

El concepto Aforar hace referencia a la medición del caudal de un cauce, para esto existen métodos directos e indirectos que se explican a continuación:

a. Método Directo

Este método corresponde a medir el volumen que pasa por la sección en un determinado periodo de tiempo, esto se puede realizar midiendo el volumen de agua que entra en un recipiente graduado por un periodo de tiempo medido con cronometro. La medición se debe realizar al menos en 3 ocasiones y el caudal es obtenido como el promedio.

Este es el método más recomendado, pero solo se puede realizar para caudales pequeños y donde las características físicas lo permitan.

b. Método Indirecto

Uno de los métodos indirectos de aforo más utilizados corresponde al método denominado de Área – Velocidad. Este método utiliza la ecuación de continuidad, considerando que el caudal total que escurre en una sección transversal de área A esta dado por:

$$Q = \iint V(A)dA$$

En donde la integral se aproxima sumando los caudales incrementales calculados para cada medición de la siguiente forma:

$$Q = \sum_{i=1}^n \bar{V}_i \cdot D_i \cdot \Delta W_i$$

Donde el indicador i corresponde a la sección i – ésima de la sección total, V_i es la velocidad en la sección, D_i es la profundidad y ΔW_i es el ancho del cauce en la sub sección i . El número total de bandas que define la sección es n . En la Figura 4-7 se presenta un esquema de la medición hidrométrica.

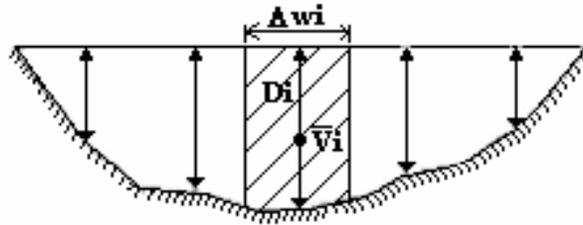


Figura 4-7: Esquema de medición de caudales con molinete

La medición de la velocidad en cada sección, V_i , se realiza mediante un molinete que registra el número de vueltas que impone el efecto dinámico del agua y se relaciona esta frecuencia de giro con la velocidad.

El molinete empleado para determinar la velocidad de escurrimiento corresponde a un molinete del tipo taza cónica, el cual gira sobre un eje vertical. Las tazas cónicas que componen el molinete giran al introducirlas en el agua, midiéndose la velocidad de rotación del molinete y relacionándose con la velocidad de la corriente.

Típicamente, el procedimiento de aforo consiste en determinar la velocidad a lo largo de una sección de escurrimiento que ha sido previamente medida. En aquellos puntos en los cuales la altura de la corriente es inferior a 60 cm la velocidad media se mide en un solo punto, el que se ubica a una profundidad igual al 60% de la profundidad de escurrimiento. En este caso la velocidad media en la vertical es igual a la medida a la profundidad de 60%.

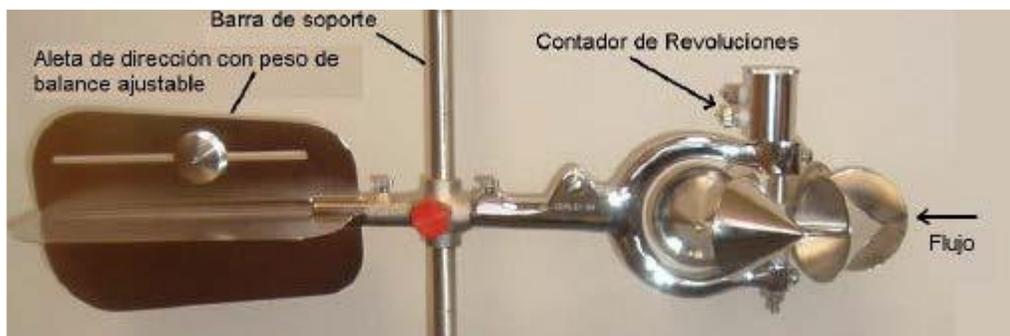
En el caso de un río con una altura de escurrimiento superior a 80 cm se mide en dos puntos ubicados a un 20% y 80% de profundidad.

4.4.2.2. Equipos Utilizados

Los equipos empleados en los aforos corresponden a la empresa GURLEY PRECISION INSTRUMENTS son los siguientes:

- Molinete Pigmeo Gurley, número 625 A. Para caudales y profundidades de cauce menores.
- Molinete Gurley tipo price número 622 A. Para caudales y profundidades de cauce mayores.

En la Fotografía 4-1 se presenta un molinete modelo Gurley 622A con sus características principales.



Fotografía 4-1: Molinete Gurley 622A

Fuente: Registro equipo consultor.

El cálculo de la velocidad de la metodología descrito en el apartado anterior, se realizó para cada subsección o tramo, dependiendo del molinete empleado, según la fórmula indicada por el fabricante.

4.4.2.3. Planteamiento Metodológico

Se llegó a cada punto de medición de caudal por medio de un navegador GPS, en todos los casos fue posible vadear el escurrimiento. En todos los puntos se procedió a realizar el aforo por el método indirecto excepto en Estero 2, donde se realizó medición por el método directo. En el punto Estero 3 también se realizó medición directa.

Además, por medio del equipo de Hanna Instruments modelo HI 9829 se registró los parámetros fisicoquímicos in situ (en el registro fotográfico presente en Anexo 4-8, se incluye fotografía con todos los parámetros medidos en cada punto).

En el Cuadro 4-9 y Figura 4-8 se presenta la ubicación de los puntos donde se realizó medición de caudal.

Cuadro 4-9: Puntos de aforo de cauces

Punto	Cauce	Este UTM (m)	Norte UTM (m)	Datum-Huso
Estero 1	Estero Venenuque	726139	5940922	WGS84-18S
Estero 2	Estero Ránquil	715029	5940978	WGS84-18S
Estero 3	Estero Palomares	713978	5943839	WGS84-18S
Estero 4	Estero Conuco	702736	5942279	WGS84-18S
Estero 5	Estero Rahuil	706754	5945294	WGS84-18S
Estero 6	Estero Majuelo	713892	5952621	WGS84-18S

Fuente: Elaboración propia

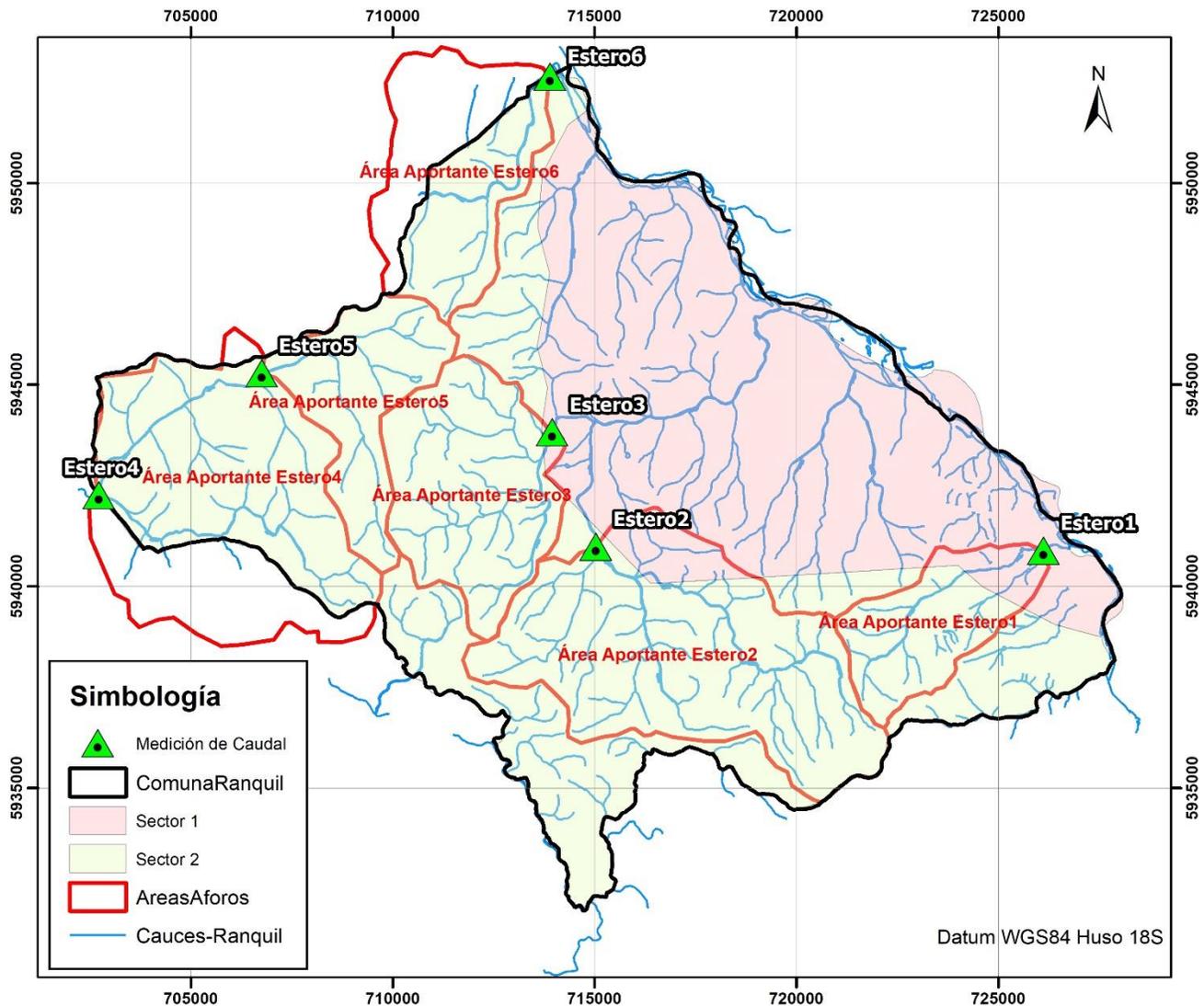


Figura 4-8: Puntos de aforo de cauces

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3. Resultados

En la presente entrega se incluyen los primeros aforos realizados en los esteros que corresponden a la temporada de verano. Los aforos realizados en los puntos Estero 1, Estero 4 y Estero 5 se realizaron por medio de vadeo, el aforo en el punto Estero 2 se realizó con el método directo encauzando el caudal. En el caso del aforo en el punto Estero 3 el caudal era bajo, pero de igual forma se pudo realizar por vadeo y además se realizaron mediciones directas para comparar los resultados. Por otro lado, el punto de aforo Estero 6 se encontró sin agua para la temporada de verano.

En el Cuadro 4-10 se presenta los resultados de los aforos a los esteros para la temporada de verano.

Cuadro 4-10: Aforos realizados en la temporada de verano

Punto	Aforo	Cauce	Método	Aforo (L/s)	Velocidad (m/s)	Tipo de Sección
Estero 1	4/6-202102	Estero Venenuque	Indirecto-Vadeo	5,013	0,044	Natural
Estero 2	5/6-202102	Estero Ránquil	Directo	1,39	0,103	Rectangular - Construida
Estero 3	3/6-202102	Estero Palomares	Indirecto-Vadeo	1,05	0,044	Natural
Estero 4	1/6-202102	Estero Conuco	Indirecto-Vadeo	8,859	0,196	Natural
Estero 5	2/6-202102	Estero Rahuil	Indirecto-Vadeo	5,266	0,072	Natural
Estero 6	6/6-202102	Estero Majuelo	Cauce seco	0	0	Natural

Fuente: Elaboración propia.

En el caso del aforo 3/6-202102 en el punto Estero 3 el caudal se midió por medio del método indirecto y vadeo obteniéndose 1,05 L/s y por el método directo se obtuvo un caudal de 0,857 L/s. El menor caudal medido por el método directo valida la medición por vadeo ya que como se indica en la Hoja de Terreno de Aforo N° 3/6-202102 existía una parte del caudal que pasaba por debajo del recipiente. En el caso del aforo 5/6-202102 en el punto Estero 2 el caudal se encauzo bajo el puente generando una sección rectangular que permitió medir el volumen mediante un recipiente.

Para comparar los aforos realizados en las quebradas con diferentes áreas aportantes se calcula el cociente entre los caudales medidos y sus respectivas áreas aportantes, esta relación se denomina como el rendimiento hidrológico de los aforos (R). En el Cuadro 7-8 se presenta el cálculo de R.

Cuadro 4-11: Rendimientos de aforos realizados en la temporada de verano

Punto	Cauce	Aforo (L/s)	Área (Km2)	R (L/s/Km2)
Estero 1	Estero Venenuque	5.013	12.3	0.41
Estero 2	Estero Ránquil	1.390	39.4	0.04
Estero 3	Estero Palomares	1.050	21.2	0.05
Estero 4	Estero Conuco	8.859	53.6	0.17
Estero 5	Estero Rahuil	5.266	14.3	0.37
Estero 6	Estero Majuelo	0	20.5	0

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que los mayores rendimientos se obtienen en los esteros Venenuque y Rahuil (Esteros 1 y 5), mientras que el menor rendimiento corresponde al estero Majuelo que se encontró seco, luego lo siguen los esteros Ránquil y Palomares (Esteros 2 y 3). Y con un rendimiento medio se observa el estero Conuco (Estero 4).

Los parámetros fisicoquímicos medidos in situ en cada estero se presentan en el Cuadro 4-12 junto a los límites de la Norma NCh 1333 en los parámetros que corresponde.

Cuadro 4-12: Parámetros físico-químicos medidos in situ en temporada de verano

Parámetro	Unidad	Limite NCh 1333 1987	Estero 1	Estero 2	Estero 3	Estero 4	Estero 5	Estero 6
pH	pH	5,5-9,0	7.88	7.18	7	6.89	6.59	n/a
Oxido Disuelto	%DO		46.1	19.7	13.4	26.3	0	n/a
Oxido Disuelto	ppm DO		4.42	1.91	1.37	2.53	0	n/a
Conductividad	μS/cm	750	308	234	306	111	295	n/a
Resistividad	MΩcm		0.0032	0.0043	0.0033	0.009	0.0034	n/a
Solidos Totales disueltos	ppm TDS	500	154	117	153	56	147	n/a
Salinidad	PSU		0.15	0.11	0.15	0.05	0.14	n/a
Turbidez	FNU		19.3	32.2	16.1	7.4	69.4	n/a
Temperatura	°C		17.32	16.57	14.34	15.88	14.74	n/a

Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros medidos in-situ en las diferentes quebradas cumplen con la norma NCh 1333, es decir, de acuerdo a estas mediciones son aptas para el riego.

Las Hojas de Terreno de Aforo se presentan en el Anexo 4-8, el registro fotográfico se presenta en el Anexo 4-9 y las planillas de cálculo de los aforos en el Anexo 4-10.

4.5. Trabajos Topográficos

Los procedimientos técnicos necesarios para desarrollar las diferentes etapas de la topografía se rigieron por la normativa vigente de la Comisión Nacional de Riego, correspondiente al Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR edición 2020. Asimismo, el equipo de trabajo estuvo conformado de la siguiente manera.

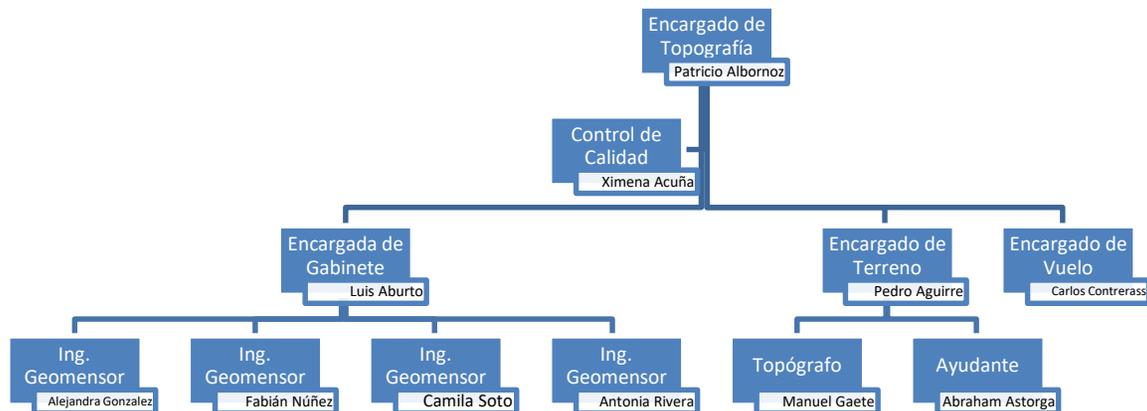


Figura 4-9: Organigrama

Fuente: Elaboración propia.

Respecto del equipo de trabajo, este estuvo constituido por los siguientes profesionales.

Cuadro 4-13: Detalle profesionales asociados al proyecto

Nombre	Profesión	Cargo
Patricio Albornoz Briceño	Ingeniero Geomensor / Técnico en fotogrametría	Encargado de Topografía
Ximena Acuña Catejo	Ingeniero Geomensor / Post-título en Geomática	Control de Calidad
Luis Aburto Hernández	Ingeniero Geomensor / Post-título en Geomática	Encargado de Gabinete
Pedro Aguirre Rosembaun	Ingeniero Geomensor	Encargado de Terreno
Alejandra González Herrera	Ingeniero Geomensor	Apoyo Procesamiento
Antonia Rivera Fuentealba	Ingeniero Geomensor	Apoyo Procesamiento
Camila Soto Pavez	Ingeniero Geomensor	Apoyo Procesamiento
Fabián Núñez Maldonado	Ingeniero Geomensor	Apoyo Procesamiento
Manuel Gaete San Martín	Topógrafo	Apoyo Terreno
Abraham Astorga Aguayo	Ayudante de Topografía	Apoyo Terreno

Fuente: Elaboración propia.

4.5.1. Poligonal Primaria (GNSS)

Este tipo de poligonal GNSS se refiere a la medición de una serie de vectores, donde los vértices se vinculan sobre un vértice conocido de una red de mayor orden de origen SIRGAS, denominado VITA y ubicado en Vegas de Itata. La tolerancia se define para la componente horizontal y se calculó mediante la raíz cuadrada de la suma de las diferencias de coordenadas y cotas al cuadrado. Ahora bien, atendiendo a que se realizó una poligonal GNSS que cerrará en el mismo vértice de origen, esta tendrá una tolerancia de 2PPM, lo que en razón es 1:500.000, esto respecto de la relación entre el error de cierre calculado con la longitud del circuito medido.

La red de medición GNSS estuvo compuesta por cuatro vértices ubicados en los extremos del proyecto, más un vértice adicional para vincula el pilar de nivelación PNG2101, ubicado en la plaza de Coelemu. Esta poligonal fue medida por medio de receptores GNSS en modo estático cumpliendo con intervalos de 1 seg. con un tiempo de medición mínimo de 3 horas.

Cabe señalar que los planteamientos descritos a continuación se basan en los Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR edición 2020, siendo entregados de manera ordenada y clara dentro de una carpeta denominada DATOS GNSS, bajo la siguiente norma:

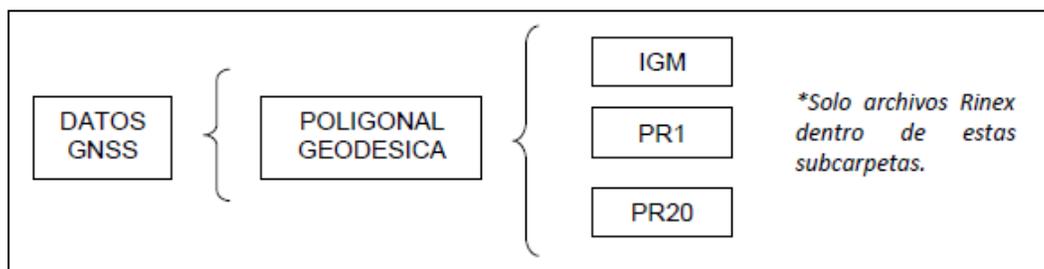


Figura 4-10: Formato de entrega datos GNSS

Fuente: Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR, edición 2020

Respecto de la figura propuesta, esta contempla la ejecución de 05 vértices monumentados según lo establecido en el punto 7.1 Monumentación de los Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR edición 2020, vinculados al Vértices IGM VITA.

Ahora bien, este vértice presenta un error en su archivo rinex, lo que implica que la altura elipsoidal informada bordee los 15,999 metros, mientras que el certificado de coordenadas del IGM muestra una altura elipsoidal de 35,148 metros. Para corregir esta situación, el departamento de Cálculo del Instituto Geográfico Militar ha establecido que se debe modificar en el archivo rinex la celda 17 (APPROX POSITION XYZ) por el siguiente valor:

1513878.8270 -4910183.7930 -3766132.5820

Esta modificación deberá ser realizada cada vez que se utilicen los datos rinex de esta estación activa y hasta que el Centro Sismológico Nacional lo corrija internamente.

```

9  --72.86473339 (longitude)..... COMMENT
10 0041.575..... (elevation)..... COMMENT
11 BIT 2 OF LLI FLAGS DATA COLLECTED UNDER A/S CONDITION..... COMMENT
12 VITA..... MARKER NAME
13 41765M001..... MARKER NUMBER
14 JCBaez..... Centro Sismologico Nacional..... OBSERVER / AGENCY
15 5241K51262..... TRIMBLE NETR9..... 4.85..... REC.# / TYPE / VERS
16 5000112261..... TRM57971.00..... NONE..... ANT.# / TYPE
17 1513877.4670 -4910167.7780 -3766121.6820 Reemplazar..... APPROX POSITION XYZ
18 0.0000 0.0000 0.0000..... ANTENNA: DELTA H/E/N
19 1 1..... WAVELENGTH FACT L1/2
20 7 L1 L2 C1 P1 P2 S1 S2..... # / TYPES OF OBSERV
21 30.0000..... INTERVAL
22 18..... LEAP SECONDS

```

Figura 4-11: Celda a reemplazar en archivo Rinex vértice Vita

Fuente: Departamento de Cálculo del Instituto Geográfico Militar.



IGM
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR
Cartografía Oficial del Estado de Chile

IGM PGEOD 8.5-4.0.1
Revisión : 6

**CERTIFICADO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS
PLANAS Y ALTURA**

Fecha, 23 de diciembre de 2020
N° Certificado 824

Solicitadas por : **INCIGEO**

Datum : **SIRGAS**
Elipsoide : **GRS-80**
Unidad : **N, E y Altura en metros.**

Nombre de la Estación	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas		Altura	Altura	Zona
	Latitud	Longitud	Norte	Este	Elipsoidal	NMM	
EAF VEGAS DE ITATA (VITA)	36° 25' 24,7881"	72° 51' 53,0441"	5.966.953,358	691.425,263	35,148	---	18

NOTA : Las coordenadas entregadas en éste certificado están referidas a la época 2016.00



PEDRO VEGA VERA
Asesor Técnico
Sub Dirección Comercial

Avenida Santa Isabel N° 1651 (ex 1640), Santiago - Fono: (56-2) 22410 9300
Web: www.igm.cl

Figura 4-12: Certificado de coordenadas vértice Vita

Fuente: Instituto Geográfico Militar.

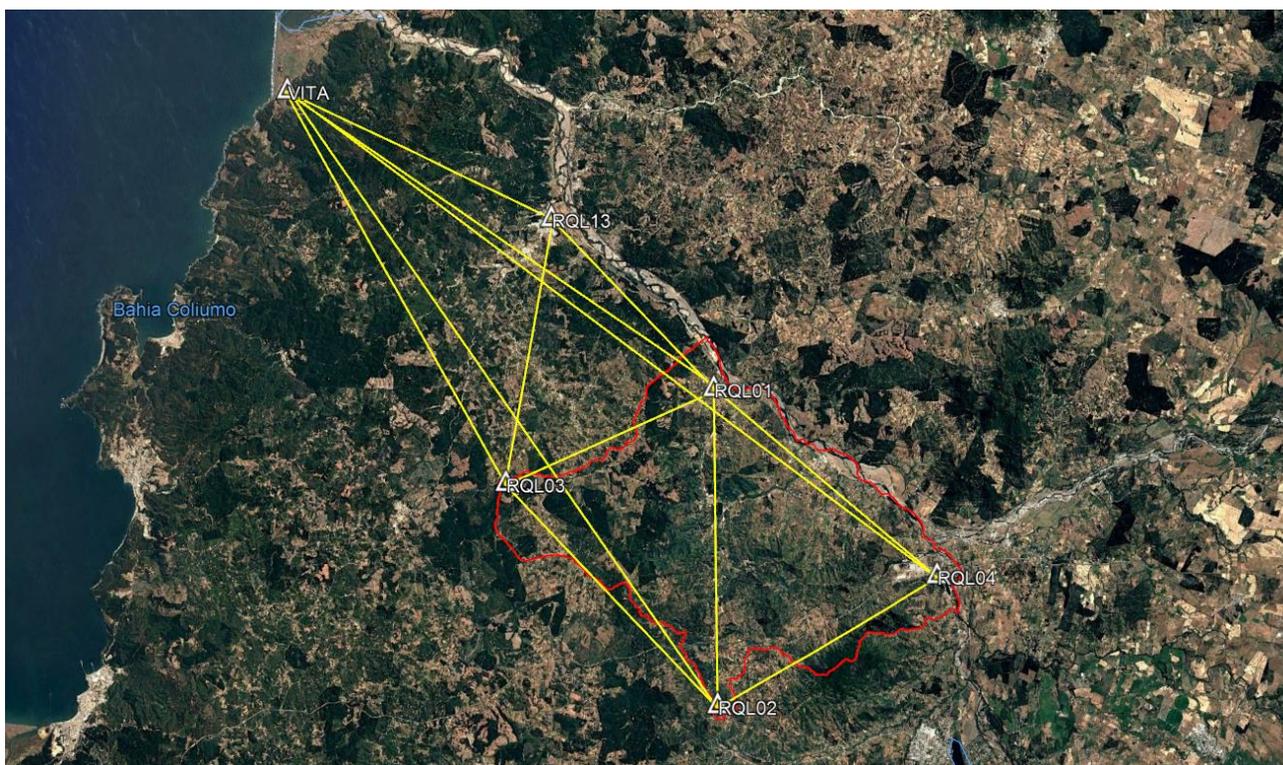


Figura 4-13: Poligonal principal

Fuente: Elaboración propia, en base a Plataforma Google Earth Pro.

La metodología de trabajo para vincular los vértices a la red SIRGAS contempló mediciones GNSS en modo estático, con observación de la onda portadora y determinando soluciones fijas por doble diferencia en post-proceso. Esto a través de mediciones GNSS de mínimo 3 horas, utilizando 05 receptores GNSS, midiendo de forma simultánea.

A partir del procesamiento de los datos se pudieron obtener las siguientes coordenadas.

Cuadro 4-14: Coordenadas red principal

VÉRTICE	COORDENADAS UTM		ALTURA ELIPSOIDAL	ONDULACIÓN GEOIDAL	COTA ORTOMÉTRICA EGM08
	NORTE	ESTE			
RQL01	5950275.903	714596.942	56.938	20.985	35.953
RQL02	5932953.691	714525.190	165.786	20.828	144.958
RQL03	5945288.799	703118.752	310.611	20.947	289.664
RQL04	5939844.692	726697.994	54.724	20.844	33.880
RQL13	5959704.988	705836.644	49.249	21.062	28.187

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4-15: Cierre de figuras GNSS

CIRCUITO			LONGITUD	DIFERENCIAS			ERROR DE CIERRE	
				NORTE	ESTE	ALTURA	PPM	RATIO
RQL13	VITA	RQL03	55420.6083 m	-0.0149 m	0.0094 m	0.0100 m	0.4	1:2740733
RQL03	RQL01	RQL13	40055.9775 m	0.0010 m	-0.0003 m	0.0309 m	0.8	1:1295938
RQL01	RQL02	RQL04	47279.3085 m	-0.0264 m	-0.0018 m	-0.0138 m	0.6	1:1583163
VITA	RQL03	RQL02	82519.6339 m	0.0191 m	0.0141 m	-0.0581 m	0.8	1:1314832
VITA	RQL03	RQL01	65681.5753 m	-0.0025 m	0.0083 m	0.0020 m	0.1	1:7439628
RQL01	RQL13	VITA	57545.4530 m	-0.0114 m	0.0008 m	0.0389 m	0.7	1:1418028
RQL02	RQL04	VITA	99567.2270 m	0.0068 m	0.0037 m	0.0056 m	0.1	1:10471017

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los datos obtenidos se puede establecer que los valores de la poligonal principal cumplen con lo establecido en el Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR, edición 2020, el cual establece que el error máximo permisible será de 2ppm o 1:500.000.

4.5.2. Nivelación GNSS

Respecto de la vinculación altimétrica, se utilizó el pilar de nivelación PN 2-G 101, ubicado en la plaza de Coelemu. Este pilar fue incorporado a la red primaria por medio de una vinculación GNSS como parte de la Poligonal Principal, descrito anteriormente.



IGM

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR
Cartografía Oficial del Estado de Chile

IGM PGEOD 8.5-4.0.4
Revisión : 5

CERTIFICADO DE PILARES DE NIVELACIÓN CON VALORES DE ALTURA

Fecha, 23 de diciembre de 2020
N° Certificado 826

Solicitadas por : **INCIGEO**

Unidad : Cota referida al nivel medio del mar (en metros)

Línea	Numero de Pilar	Año	Coordenadas Geográficas		Cota
			Latitud	Longitud	
G2	101	1970	36° 32' 12"	72° 44' 13"	28.636

NOTA : Las coordenadas entregadas en este certificado son solo referenciales.



PEDRO VEGA VERA
Asesor Técnico
Sub Dirección Comercial

Avenida Santa Isabel N° 1651 (ex 1640), Santiago - Fono: (56-2) 22410 9300
Web: www.igm.cl

Figura 4-14: Certificado de pilares de nivelación

Fuente: Instituto Geográfico Militar.

Sin embargo, el uso de este pilar atendiendo a que se encontraba en una ubicación con baja visibilidad satelital, se realizó por medio del traslado de cota geométrica a un nuevo vértice denominado RQL13.

El traslado de cota se realizó por medio de una nivelación geométrica cerrada corriente a través de un nivel electrónico digital Geomax modelo ZDL700 con precisión mínima de 0,7mm por kilómetro y certificado de calibración al día. La tolerancia que se utilizó para este procedimiento fue de $T=0,010 * \sqrt{K}$, considerando K como la distancia del recorrido en un solo sentido en kilómetros. Las siguientes figuras detallan el procedimiento de vinculación altimétrica y la incorporación del vértice a la poligonal primaria.



Figura 4-15: Línea de traslado de cota geométrica

Fuente: Elaboración propia, en base a Plataforma Google Earth Pro.

Cuadro 4-16: Nivelación geométrica cerrada

Desde	Hasta	Circuito de ida		Circuito de vuelta		Error de cierre (m)	Cota (m)		
		L. Atrás	L. Adelante	L. Atrás	L. Adelante				
PNG2101		1.6188		1.6707			28.636		
		1.4424	1.4514	1.4170	1.4343				
			1.6799		1.5841				
	RQL13						28.566	Distancia Recorrida (m)	Error Permitido (m)
	Desnivel	-0.0701		0.0693					
	Desnivel Promedio			-0.0697		-0.0008		145	0.0038

Fuente: Elaboración propia.

Una vez trasladada la cota geométrica del pilar de nivelación, se procedió a recalcular las cotas ortométricas de los vértices generados por medio del ajuste de ondulaciones en forma local, mejorando la exactitud de los valores de cota a obtener. Este procedimiento fue realizado en base al numeral 5.3.1 Consideraciones Especiales del Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR, edición 2020.

Para la ejecución de este procedimiento se calculó el valor de ondulación denominado “Real” (NR) entre la altura elipsoidal (h) y la cota del punto (C), en base a siguiente fórmula:

$$NR_{RQL13} = C_{RQL13} - h_{RQL13}$$

$$NR_{RQL13} = 49.249 - 28.566$$

$$NR_{RQL13} = 20.683$$

Posteriormente se calcula la diferencia que existe entre el NR y el N del punto obtenido del modelo geoidal.

$$DN = N_{RQL13} - NR_{RQL13}$$

$$DN = 21.062 - 20.683$$

$$DN = 0.379$$

Finalmente se aplica esta diferencia a todos los vértices de la red, ajustando las ondulaciones y obteniendo cotas ortométricas ajustadas.

Cuadro 4-17: Ajuste de ondulación y cotas ortométricas ajustadas

VÉRTICE	COORDENADAS UTM		ALTURA ELIPSOIDAL	ONDULACIÓN GEOIDAL	COTA ORTOMÉTRICA EGM08	COTA GEOM.	DIF. N	N REAL	DELTA h	DELTA N	ELEVACIÓN (m) H CORREGIDO
	NORTE	ESTE									
RQL13	5959704.988	705836.644	49.249	21.062	28.187	28.566	0.379	20.683			28.566
RQL01	5950275.903	714596.942	56.938	20.985	35.953			20.606	7.690	-0.077	36.333
RQL02	5932953.691	714525.190	165.786	20.828	144.958			20.828	108.848	-0.157	145.337
RQL03	5945288.799	703118.752	310.611	20.947	289.664			20.947	144.825	0.119	290.043
RQL04	5939844.692	726697.994	54.7238	20.844	33.880			20.844	-255.887	-0.103	34.259

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3. Poligonal Secundaria

Esta etapa consistió en la densificación de la poligonal principal por medio de una serie de vértices distanciados cada 5 kilómetros, los cuales se iniciaron a continuación de un vértice de la poligonal principal y finalizaron en el vértice siguiente de la poligonal principal. Estos vértices fueron medidos por medio de receptores GNSS en modo estático cumpliendo con intervalos de 1 seg. con un tiempo de medición mínimo de 1 hora, y manteniendo una tolerancia de 50PPM, lo que en razón es 1:20.000.

Cabe señalar que los planteamientos descritos a continuación se basan en los Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR edición 2020, y serán entregados de manera ordenada y clara dentro de una carpeta denominada DATOS GNSS, bajo la misma norma de las poligonales primarias.

Respecto de la figura ejecutada, esta contempló 08 vértices monumentados según lo establecido en el punto 7.1 Monumentación de los Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR edición 2020. A continuación, se detallan las líneas de poligonal.

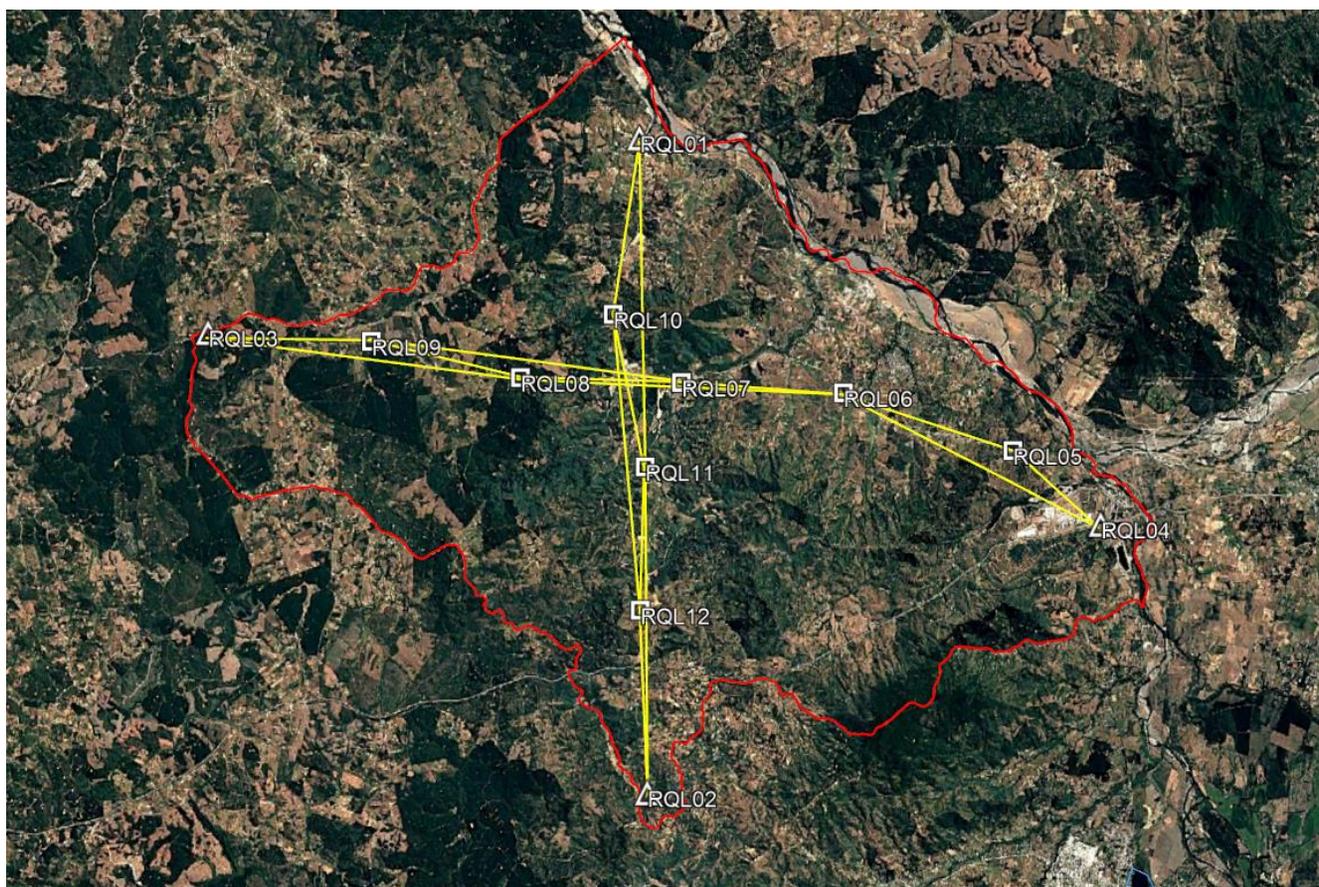


Figura 4-16: Poligonal secundaria

Fuente: Elaboración propia, en base a Plataforma Google Earth Pro.

La metodología de trabajo para vincular los vértices a la red principal contempló mediciones GNSS en modo estático, con observación de la onda portadora y determinando soluciones fijas por doble diferencia en post-proceso. Esto a través de mediciones GNSS de mínimo 1 hora, utilizando 05 receptores GNSS, midiendo de forma simultánea.

A partir del procesamiento de los datos se pudieron obtener las siguientes coordenadas.

Cuadro 4-18: Coordenadas red secundaria

VÉRTICE	COORDENADAS UTM		ALTURA ELIPSOIDAL	ONDULACIÓN GEOIDAL	COTA ORTOMÉTRICA EGM08
	NORTE	ESTE			
RQL05	5941841.458	724378.612	73.7181	20.868	52.850
RQL06	5943442.557	719902.379	68.5023	20.891	47.611
RQL07	5943787.580	715604.710	65.225	20.919	44.306
RQL08	5943976.414	711343.323	201.2741	20.950	180.324
RQL09	5944988.916	707421.574	296.2875	20.964	275.324
RQL10	5945617.442	713816.516	117.0789	20.946	96.133
RQL11	5941566.700	714600.734	81.1754	20.911	60.264
RQL12	5937790.703	714417.833	242.3314	20.881	221.450

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4-19: Cierre de figuras GNSS

CIRCUITO			LONGITUD	DIFERENCIAS			ERROR DE CIERRE	
				NORTE	ESTE	ALTURA	PPM	RATIO
RQL09	RQL03	RQL08	16692.6279 m	-0.0026 m	-0.0019 m	0.0118 m	0.7	1:1361793
RQL06	RQL04	RQL05	15500.6454 m	0.0004 m	0.0015 m	0.0003 m	0.1	1:9496141
RQL09	RQL08	RQL07	16591.2492 m	0.0035 m	-0.0006 m	-0.0118 m	0.7	1:1347593
RQL08	RQL06	RQL07	17153.3108 m	-0.0066 m	0.0029 m	0.0267 m	1.6	1:620391
RQL11	RQL02	RQL12	17233.9080 m	0.0025 m	-0.0016 m	-0.0011 m	0.2	1:5547086
RQL10	RQL01	RQL11	17556.3590 m	0.0013 m	0.0076 m	0.0164 m	1.0	1:968110
RQL10	RQL11	RQL12	15758.5114 m	-0.0032 m	-0.0008 m	-0.0078 m	0.5	1:1853609

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los datos obtenidos se puede establecer que los valores de la poligonal secundaria cumplen con lo establecido en el Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR, edición 2020, el cual establece que el error máximo permisible será de 500ppm o 1:20.000.

Finalmente se aplica el ajuste de las ondulaciones para obtener cotas ortométricas ajustadas, quedando de la siguiente manera.

Cuadro 4-20: Ajuste de ondulación y cotas ortométricas ajustadas

VÉRTICE	COORDENADAS UTM		ALTURA ELIPSOIDAL	ONDULACIÓN GEOIDAL	COTA ORTOMÉTRICA EGM08	COTA GEOM.	DIF. N	N REAL	DELTA h	DELTA N	ELEVACIÓN (m) H CORREGIDO
	NORTE	ESTE									
RQL13	5959704.988	705836.644	49.249	21.062	28.187	28.566	0.379	20.683			28.566
RQL01	5950275.903	714596.942	56.938	20.985	35.953			20.606	7.690	-0.077	36.333
RQL02	5932953.691	714525.190	165.786	20.828	144.958			20.828	108.848	-0.157	145.337
RQL03	5945288.799	703118.752	310.611	20.947	289.664			20.947	144.825	0.119	290.043
RQL04	5939844.692	726697.994	54.7238	20.844	33.880			20.844	-255.887	-0.103	34.259
RQL05	5941841.458	724378.612	73.7181	20.868	52.850			20.868	18.994	0.024	53.229
RQL06	5943442.557	719902.379	68.5023	20.891	47.611			20.891	-5.216	0.023	47.991
RQL07	5943787.580	715604.710	65.225	20.919	44.306			20.919	-3.277	0.028	44.685
RQL08	5943976.414	711343.323	201.2741	20.950	180.324			20.950	136.049	0.031	180.703
RQL09	5944988.916	707421.574	296.2875	20.964	275.324			20.964	95.013	0.014	275.703
RQL10	5945617.442	713816.516	117.0789	20.946	96.133			20.946	-179.209	-0.018	96.512
RQL11	5941566.700	714600.734	81.1754	20.911	60.264			20.911	-35.904	-0.035	60.644
RQL12	5937790.703	714417.833	242.331	20.881	221.450			20.881	161.156	-0.030	221.830
RQL13	5959704.988	705836.6441	49.2488	21.062	28.1868			20.683	-193.083	0.181	28.566

Fuente: Elaboración propia.

4.5.4. Resumen de Coordenadas

Después de haber realizado el procesamiento de los datos GNSS y aplicados los ajustes respectivos, se obtuvieron las siguientes coordenadas para toda la red.

Cuadro 4-21: Coordenadas finales

VÉRTICE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ALTURA ELIPSOIDAL	COORDENADAS UTM		COTA ORTOMÉTRICA AJUSTADA
	LATITUD	LONGITUD		NORTE	ESTE	
RQL01	36° 34' 07.93202" S	72° 36' 06.57971" W	56.9383	5950275.903	714596.942	36.3325
RQL02	36° 43' 29.66749" S	72° 35' 52.02790" W	165.7858	5932953.691	714525.190	145.337
RQL03	36° 43' 29.66749" S	72° 43' 43.27914" W	310.6111	5945288.799	703118.752	290.0433
RQL04	36° 43' 29.66749" S	72° 27' 49.08657" W	54.7238	5939844.692	726697.994	34.259
RQL05	36° 38' 33.30723" S	72° 29' 24.52727" W	73.7181	5941841.458	724378.612	53.2293
RQL06	36° 37' 45.15224" S	72° 32' 26.27924" W	68.5023	5943442.557	719902.379	47.9905
RQL07	36° 37' 37.50090" S	72° 35' 19.52074" W	65.225	5943787.580	715604.710	44.6852
RQL08	36° 37' 34.81483" S	72° 38' 11.14229" W	201.2741	5943976.414	711343.323	180.7033
RQL09	36° 37' 05.08459" S	72° 40' 49.90108" W	296.2875	5944988.916	707421.574	275.7027
RQL10	36° 36' 39.61700" S	72° 36' 33.29163" W	117.0789	5945617.442	713816.516	96.5121
RQL11	36° 38' 50.32973" S	72° 35' 57.67449" W	81.1754	5941566.700	714600.734	60.6436
RQL12	36° 40' 52.91572" S	72° 36' 01.23214" W	242.3314	5937790.703	714417.833	221.8296
RQL13	36° 29' 09.10610" S	72° 42' 07.80535" W	49.2488	5959704.988	705836.644	28.566

Fuente: Elaboración propia.

4.5.5. Control de Poligonal

Atendiendo al error presente en el archivo rinex de la estación activa VITA del IGM, se determinó la realización de un control interno en terreno para descartar cualquier potencial error en el procesamiento de los datos GNSS. Para ello se midieron una serie de vectores y se compararon sus coordenadas respecto de las coordenadas calculadas y ajustadas. Las diferencias encontradas indican que procesamiento de los datos GNSS se encuentra dentro de tolerancia exigida en el Manual de Procedimientos Topográficos de la CNR, edición 2020.

Cuadro 4-22: Control interno de poligonal

VÉRTICE	COORDENADAS UTM			COORDENADAS UTM SEGUNDA MEDICIÓN			DIFERENCIAS		
	NORTE	ESTE	ALTURA ELIPSOIDAL	NORTE	ESTE	ALTURA ELIPSOIDAL	DN	DE	DZ
RQL02	5932953.691	714525.190	165.786	5932953.720	714525.178	165.792	-0.029	0.012	-0.006
RQL03	5945288.799	703118.752	310.611	5945288.821	703118.758	310.624	-0.022	-0.006	-0.013
RQL13	5959704.988	705836.644	49.249	5959705.003	705836.649	49.253	-0.015	-0.005	-0.004

Fuente: Elaboración propia.

4.5.6. Vuelo Fotogramétrico

A partir de la definición final del área de estudio, se realizó un levantamiento Fotogramétrico con componente LIDAR, de manera de mejorar la altimetría del proyecto por medio de la separación de puntos de terreno y no terreno, realzando la calidad altimétrica del proyecto. Para esto se dispuso en terreno, de un sistema Lidar Optech Gemini y una Cámara Fotogramétrica Digital de última generación, Phase One, y como plataforma Fotogramétrica se utilizó una aeronave Cessna 172 matrícula CC - PBU.

Este Levantamiento permitió trabajar con Información Espacial actualizada y fue la base para la realización de los diferentes estudios asociados al proyecto, al contar con datos claros y fidedignos del territorio observado, transformándose en una herramienta vital, garantizando la actualización de sus datos para ser usados como base cartográfica para el estudio.

Cabe señalar que se realizaron vuelos a baja altura, considerando una altura promedio de 13.000 a 15.000 pies con respecto al nivel medio del mar y usando una configuración del sensor láser con una densidad de 1 punto por metro cuadrado como mínimo, mientras que el pixel de captura del sensor fotogramétrico fue de 20 cm de pixel promedio.

El apoyo del sistema LIDAR, consistió en la emisión de pulsaciones de luz que reflejan al terreno y otros objetos de altura. La pulsación de regreso fue convertida de fotones a impulsos eléctricos y colectada por un registro de datos de alta velocidad. Puesto que la velocidad de la luz es conocida, los intervalos de tiempo de la transmisión a la colección son fácilmente derivados. Los intervalos de tiempo son entonces convertidos en distancia basados en información posicional obtenida de los Receptores GNSS del avión/terreno y de la Unidad de Medición Inercial a bordo (IMU), el cual constantemente registra los movimientos angulares de la Aeronave, Pitch (Cabeceo), Roll (Alabeo) y Yaw (Rotación).

El Sistema LIDAR colecta datos de Posición (x, y) y de Elevación Elipsoidal (z) en intervalos de tiempo predefinidos. Este Sistema proporciona datos de primero, segundo, tercer, cuarto y quinto retorno; los cuales permiten determinar las alturas del terreno, construcción, vegetación y otros elementos de la superficie.

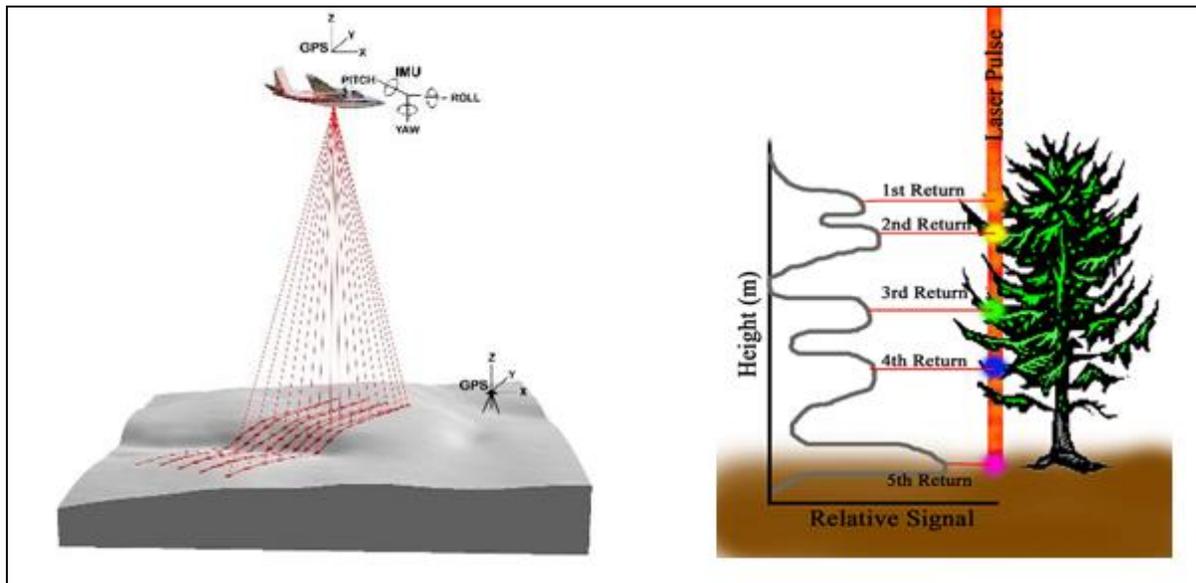


Figura 4-17: Sistemas GNSS e inerciales, y retornos de los pulsos Lidar

Fuente: Imágenes de uso público.

Respecto de la planificación del vuelo se generaron las líneas de vuelo empleando el software ALTM y se determinaron los parámetros específicos que permitieron una captura de data láser e imágenes digitales. Los factores resultantes son los siguientes:

- Fecha de Vuelo, días 07 y 09 de diciembre 2020.
- Características del terreno, zona principalmente de bosques y quebradas, con algunos centros urbanos menores. Se detectan caminos principales y caminos secundarios.
- Cantidad de hectáreas a volar, 25.000 ha.
- Dirección y número de líneas de vuelo a ejecutar, 37 líneas de vuelo en dirección noroeste – sureste.
- Altura de vuelo, 1.000 metros AGL (sobre el nivel del terreno).
- Traslape de las líneas, 50% lateral y 60% longitudinal.
- Densidad de puntos a capturar, 1,34 ppm².
- Píxel de captura de las imágenes digitales, 20cm promedio.
- Cantidad y posición de estación GNSS en tierra, 02 receptores en RQL11 y RQL07 más 01 receptor Back up en RQL10.

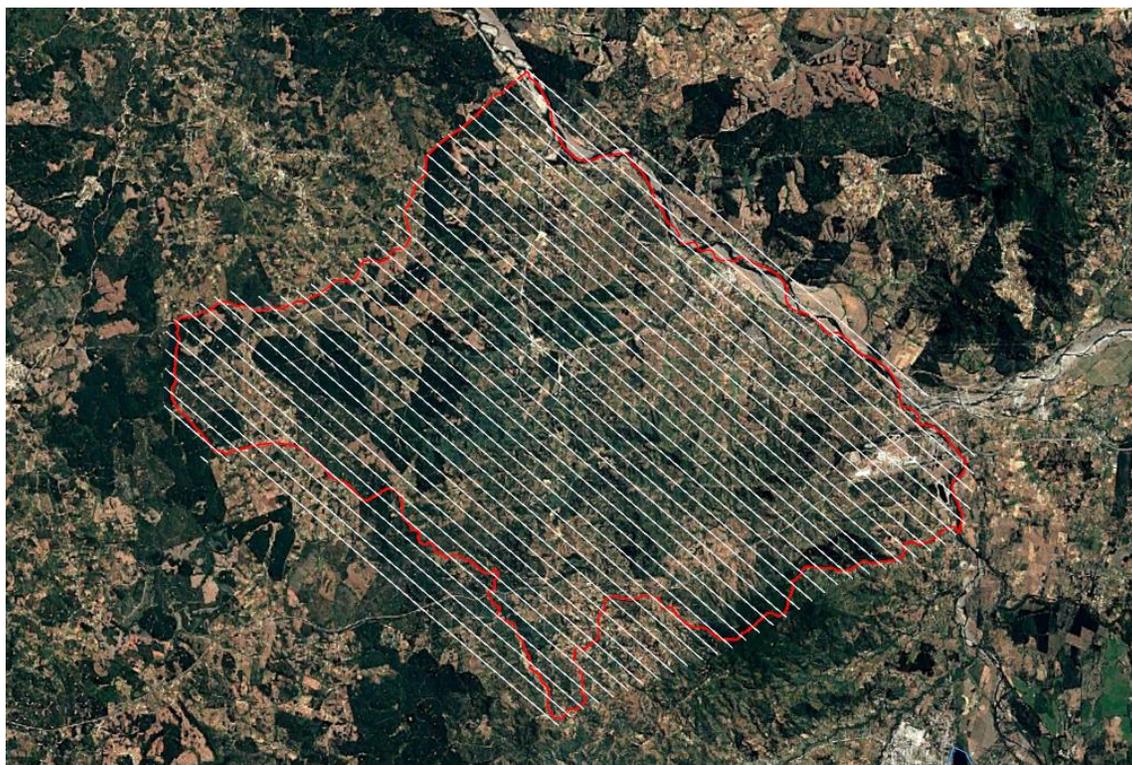


Figura 4-18: Líneas de vuelo

Fuente: Elaboración propia, en base a Plataforma Google Earth Pro.

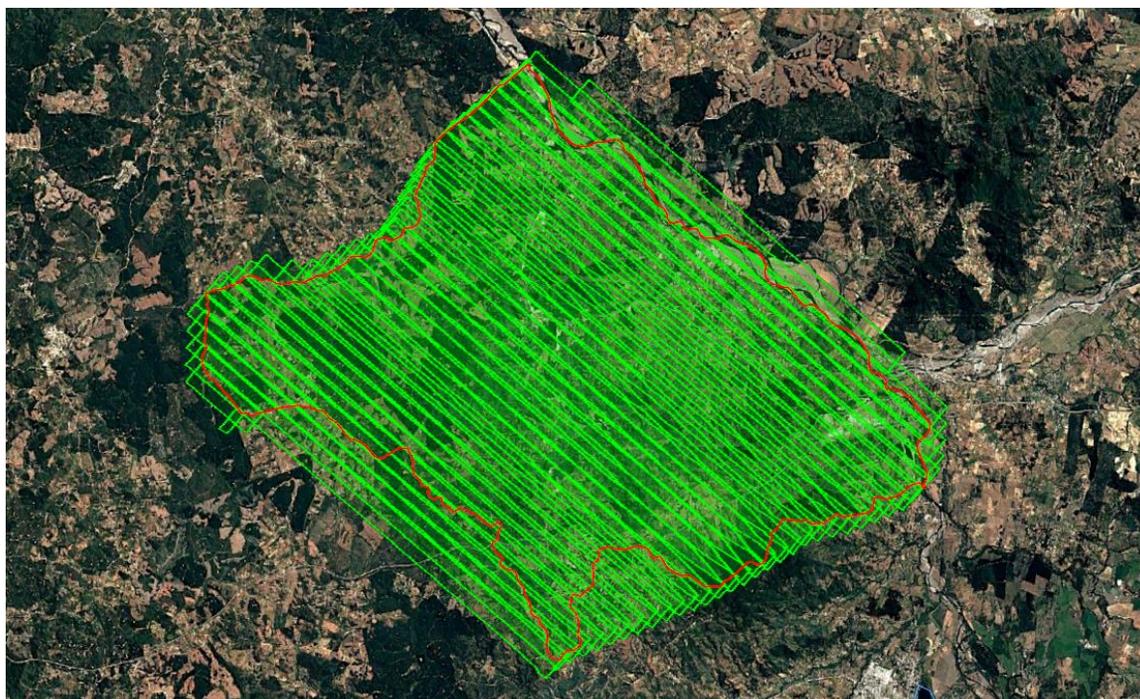


Figura 4-19: Coberturas de captura

Fuente: Elaboración propia, en base a Plataforma Google Earth Pro.

Una vez en vuelo el software de captura ejecutó la misión de vuelo acorde a los parámetros ingresados en la etapa de planificación.

La información capturada fue descargada pasando por una serie de revisiones y procesos previos antes de ser utilizada de manera definitiva. Estos pasos son:

- Revisión de cobertura de las líneas sobre el área de proyecto y densidad de la nube de puntos
- Proceso sistema GPS/IMU y cálculo de trayectoria, dando la georreferenciación de la información.
- Calibración de la nube de puntos donde se verifica la correcta posición de cada línea en vista de planta y perfil.

Posteriormente se realiza el proceso definitivo de la información, la cual pasará por las siguientes etapas:

- Control de altura elipsoidal de la nube de puntos, para validar la calibración.
- Aplicación del Modelo Geoidal para dar cota Ortométrica a la nube de puntos.
- Clasificación automática de la nube de puntos en “Terreno” y “No Terreno”.
- Control de Altura Ortométrica, para validar el modelo aplicado sobre la nube de puntos y la clasificación. En esta etapa se obtienen los modelos DSM y DTM.
- Ortorrectificación de las imágenes y generación del Ortofotomosaico.
- Control de planimetría, para validar la posición del Ortofotomosaico.
- Dibujo de planimetría.
- Generación y edición de Curvas de nivel.

Respecto de la clasificación de puntos, este es un proceso automático en donde se clasifican los puntos que corresponden a información denominada “Terreno” y “No Terreno”, por medio de algoritmos propios del software de edición de puntos. Finalizada la clasificación automática corresponde una revisión manual por medio de autocontroles topográficos internos, y la depuración manual de sectores que requieran mayor concentración y en donde el filtrado automático no se haya adaptado bien a las condiciones de la superficie.

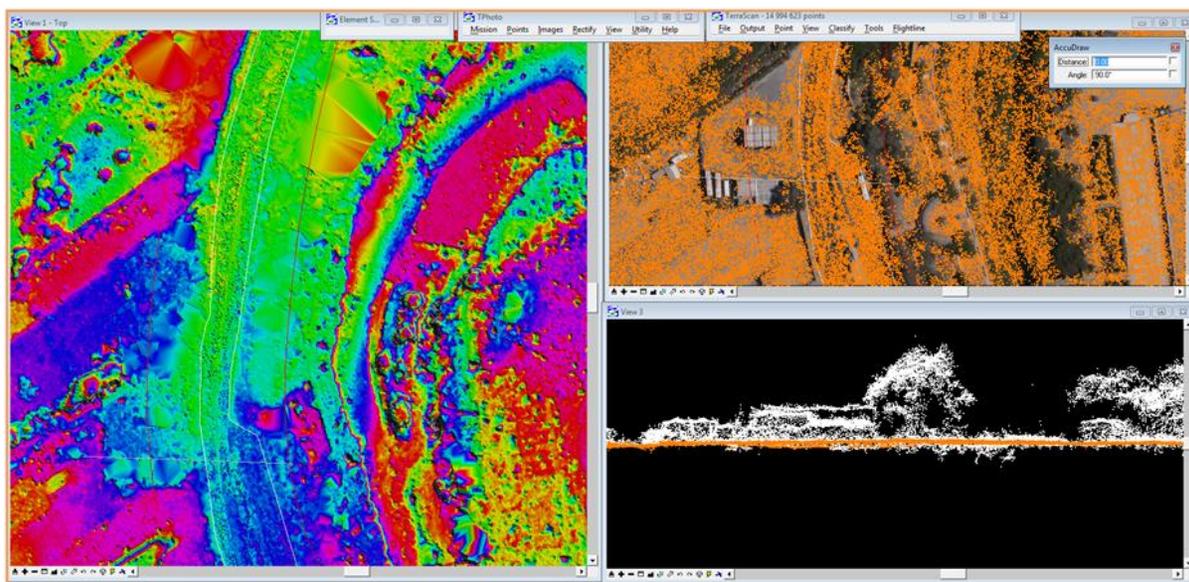


Figura 4-20: Clasificación automática de puntos en terreno y no terreno

Fuente: Software de Procesamiento de Nubes de Puntos, Elaboración propia.

A partir de este proceso se generaron dos sub-productos necesarios para el desarrollo de las etapas siguientes. Uno de estos es el modelo digital de superficie o DSM. Este modelo es el que está formado por todos los puntos que representan una superficie. Para lograr generarlo se trabajó sobre el Modelo de elevación Digital o DEM y se realizó una clasificación de puntos donde se divide la nube completa en puntos que representen al terreno y los que no, tal como se explica en la etapa anterior. Este modelo es el que fue utilizado para la posterior etapa de Ortorrectificación. El otro sub-producto es el Modelo Digital de Terreno o DTM, el cual está formado solo por los puntos que representan el terreno y fue utilizado para la generación de las Curvas de Nivel.

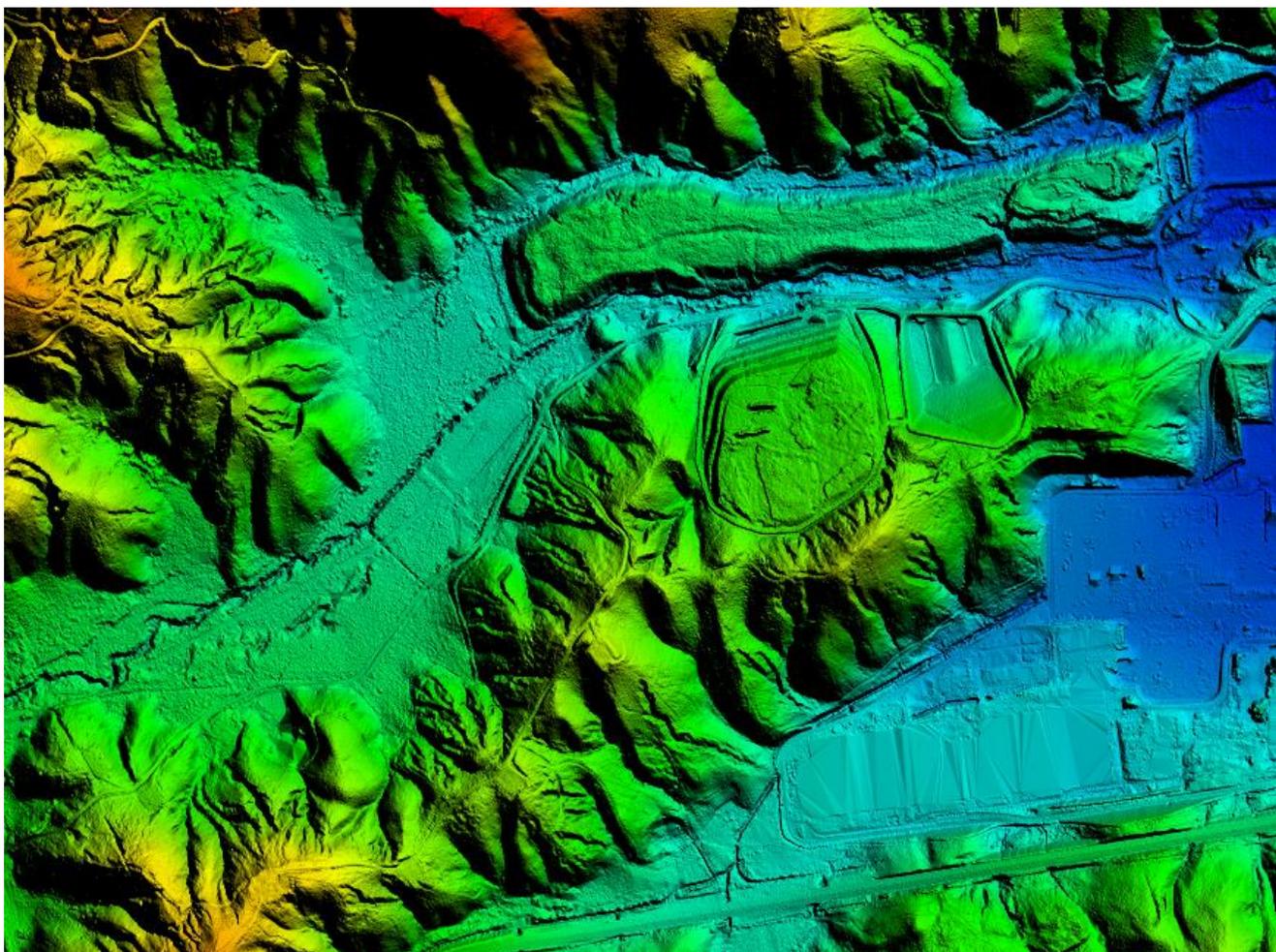


Figura 4-21: Modelo digital de terreno o DTM sector Ránquil

Fuente: Elaboración propia.

La orto Imagen se obtuvo a partir del procesamiento de imágenes aéreas en conjunto a los datos GNSS e inerciales. asociados a cada captura, más mediciones adicionales de terreno mediante sistemas GNSS. Con esta información se realizó el procesamiento de las imágenes mediante software especializados como es el caso de Terra Photo de Microstation. Aquí las imágenes obtenidas realizaron un proceso de homologación de puntos estereoscópicos con la finalidad de unir las diferentes tomas en un solo mosaico georreferenciado. Es último es posible debido a que cada imagen posee tanto las coordenadas asociadas a la captura, como también datos de sus movimientos angulares, logrando con esto que se replique exactamente su posición en el espacio al momento de la captura. Posteriormente el mosaico fue ortorrectificado mediante la adición de la nube de puntos aportada por el sensor LIDAR. Este proceso de ortorrectificación se realizó compatibilizando pixel a pixel con la nube de puntos permitiendo eliminar defectos de inclinación, desplazamiento por relieve y en general cualquier distorsión geométrica de la imagen.



Figura 4-22: Orto imagen

Fuente: Elaboración propia, Orto imagen Ránquil.

Las curvas de nivel se generaron a partir del Modelo Digital de Terreno, asimismo el intervalo de curvas está definido según la escala de proyecto que para este caso aplica con curvas índice cada 25,0 m. y curvas intermedias cada 5,0m. Adicionalmente se realizó una edición de curvas, específicamente donde la interpolación de la superficie no haya sido la correcta, definiendo y depurando de manera manual la trayectoria correcta de la curva de nivel.

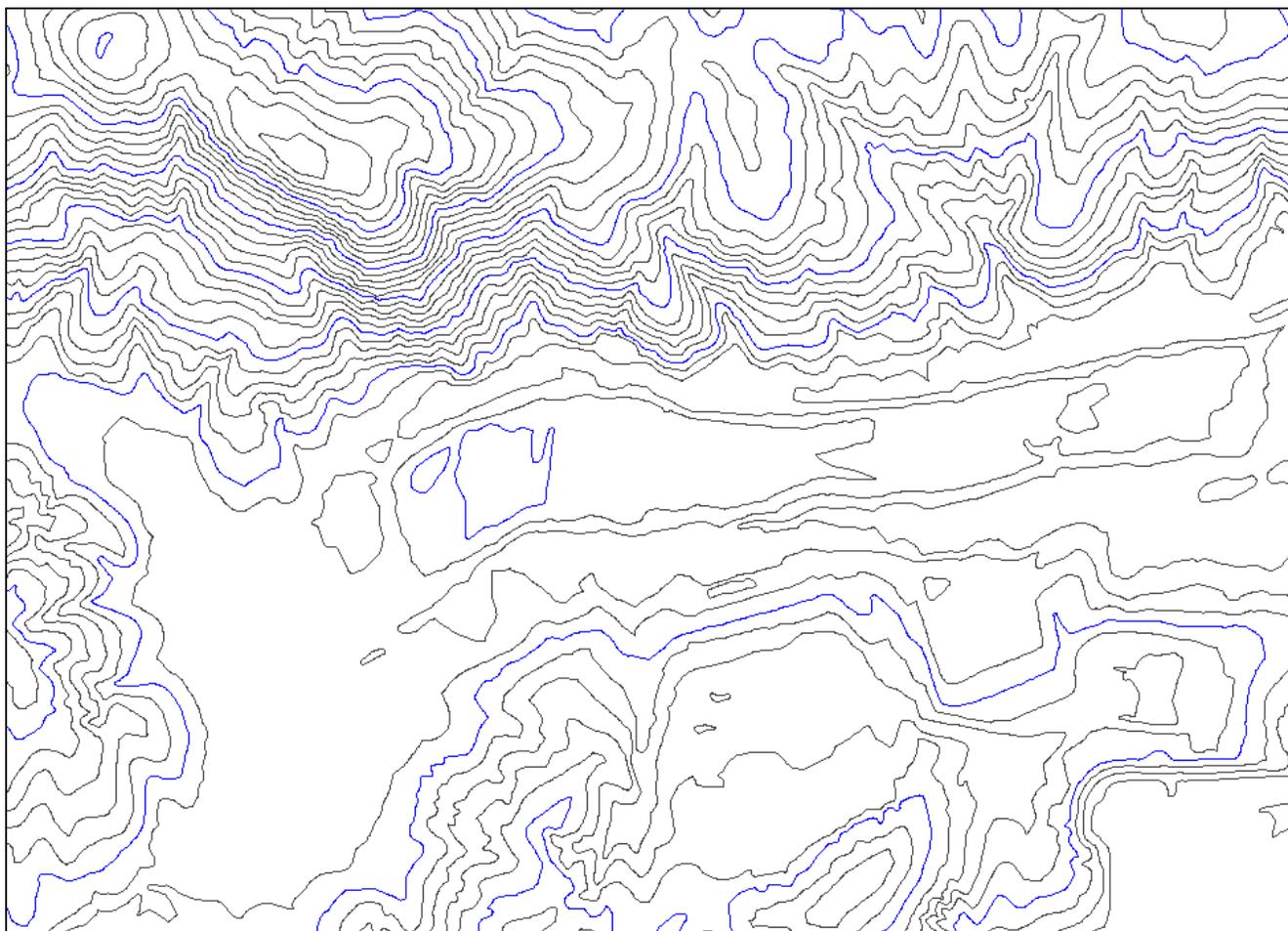


Figura 4-23: Curvas de nivel

Fuente: Elaboración propia.

La información planimétrica levantada, está determinada por la cantidad de elementos fotoidentificables en la Orto imagen y por las alturas del Modelo Digital de Terreno. Asimismo, adicionalmente de las capas de información a digitalizar se incluye información de toponimia.

Todos los elementos incluidos en la planimetría están separados por layer y color según sea el caso. Lo anterior con la finalidad de permitir una mejor visualización del proyecto. Ahora bien, los elementos mínimos considerados en este ítem son los indicados de Normas Geodésicas y Topográficas de la CNR, edición 2020. Asimismo, la planimetría una vez desarrollada es llevada a planimetría 3D por medio de la vinculación con las curvas de nivel y el modelo digital de superficie.



Figura 4-24: Planimetría asociada a curvas de nivel

Fuente: Elaboración propia.

4.5.7. Apoyo Terrestre

Para el desarrollo del vuelo y posterior procesamiento de los datos obtenidos a partir de la mezcla de sensores fotogramétricos y LIDAR, no es exigencia por fabricante la ejecución de puntos de apoyo para obtener resultados aceptables para la escala 1:5.000, sin embargo, se realizaron a modo de verificación 12 marcas de pre-vuelo vinculadas a la poligonal primaria y secundaria, así como también zonas de autocontrol para verificar la exactitud de los datos levantados.

Las marcas de pre-vuelo fueron generadas con cal en forma de cruz y medidas desde cualquiera de los vértices de las poligonales por medio de receptores GNSS en modo RTK, mediante la metodología de puntos de control observado por un periodo no menor a 5 min. Asimismo, los puntos de autocontrol fueron medidos de igual manera con receptores GNSS en modo RTK.

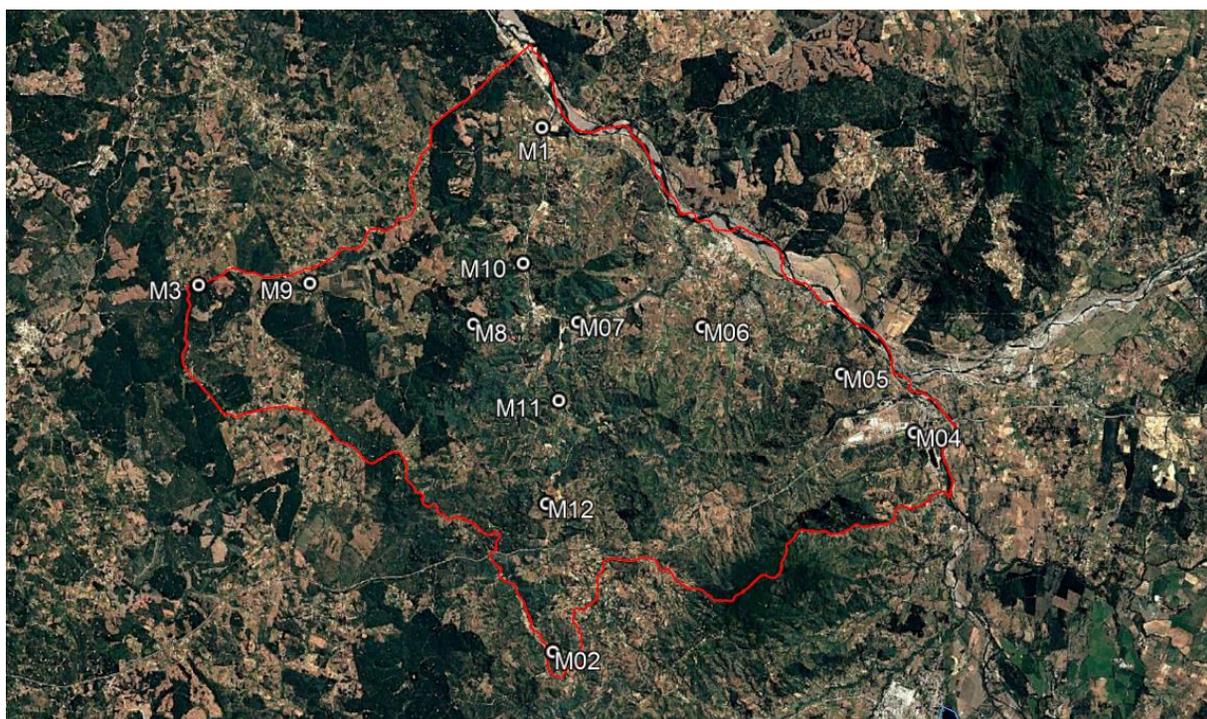


Figura 4-25: Distribución puntos de apoyo fotogramétricos

Fuente: Elaboración propia.

Respecto de las 12 marcas de pre-vuelo generadas, se realizó una comparación de las coordenadas obtenidas versus la orto imagen generada encontrando diferencias acordes a la escala solicitada, por lo que se da por aprobada internamente la generación de la orto imagen. Asimismo, estas diferencias son menores a 50cm, por lo que también aplicarían para la generación de un plano escala 1:2.000, aun cuando para este caso se recomendaría realizar el ajuste de la orto imagen a partir de las marcas de pre-vuelo y pasar por un proceso de filtrado de puntos manuales.

Cuadro 4-23: Precisiones marcas de pre-vuelo

Marca	Este	Norte	Cota Ortométrica	Cota de Modelo de Terreno	Diferencias
1	714580.246	5950228.100	36.296	36.361	0.065
2	714523.963	5932922.034	140.957	141.292	0.335
3	703120.308	5945288.894	289.964	289.69	-0.274
4	726768.982	5939863.815	32.054	31.837	-0.217
5	724336.494	5941844.347	54.107	54.164	0.057
6	719737.95	5943508.185	62.419	62.304	-0.115
7	715601.464	5943777.774	44.531	44.515	-0.016
8	712160.097	5943788.079	123.661	123.664	0.003
9	706791.211	5945254.687	230.522	230.468	-0.054
10	713846.043	5945757.291	99.928	100.432	0.504
11	714917.544	5941191.65	60.044	60.477	0.433
12	714432.342	5937812.749	218.191	218.394	0.203

Fuente: Elaboración propia.

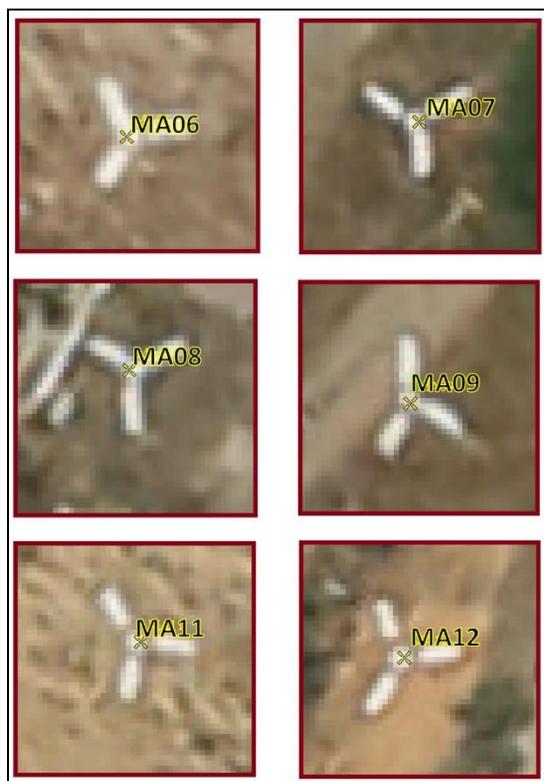


Figura 4-26: Comparación de marcas de pre-vuelo de control y coordenadas obtenidas mediante receptores GNSS

Fuente: Elaboración propia.

Respecto del levantamiento de autocontroles internos, principalmente para la verificación de la precisión altimétrica, se realizó un levantamiento de 231 puntos mediante sistema GNSS en modo RTK. De los resultados obtenidos se pudo determinar primero, que altimétricamente el levantamiento cumple con lo estipulado en el Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR para la escala 1:5.000. Asimismo, se deja en evidencia que las precisiones obtenidas fueron comparadas con un modelo digital de terreno con clasificación automática, por lo que podría ser utilizada en levantamientos escala 1:2.000, previo filtrado manual de puntos. De esta manera se permite garantizar que los productos cartográficos planimétricamente y altimétricamente, se encuentran en tolerancia conforme a dispuesto por el Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR.

Cuadro 4-24: Comparación de modelo digital de superficie y coordenadas obtenidas mediante receptores GNSS, para control altimétrico

N°	Este	Norte	Cota Ortométrica	Cota de Modelo de Terreno	Diferencias	N°	Este	Norte	Cota Ortométrica	Cota de Modelo de Terreno	Diferencias	N°	Este	Norte	Cota Ortométrica	Cota de Modelo de Terreno	Diferencias
1	714417.834	5937790.703	221.874	221.762	-0.112	78	714580.026	5950253.413	37.282	36.874	-0.408	155	707178.726	5945018.109	260.814	260.776	-0.038
2	714438.759	5937816.521	217.286	217.021	-0.265	79	714571.876	5950239.491	37.415	37.049	-0.366	156	707164	5945030.966	259.727	259.785	0.058
3	714427.623	5937834.067	215.39	215.172	-0.218	80	714565.805	5950224.788	37.384	36.96	-0.424	157	707159.789	5945027.257	260.665	260.04	-0.025
4	714425.689	5937878.443	209.29	209.162	-0.128	81	714562.394	5950209.821	37.15	36.746	-0.404	158	707145.477	5945042.055	259.273	259.105	-0.168
5	714417.541	5937945.255	202.331	202.252	-0.079	82	714566.036	5950209.356	36.913	36.482	-0.431	159	707150.164	5945045.404	258.643	258.757	0.114
6	714416.751	5937977.514	200.684	200.341	-0.343	83	714568.779	5950222.537	37.112	36.683	-0.429	160	707140.755	5945044.469	259.214	258.783	-0.431
7	714411.232	5937954.068	201.654	201.698	0.044	84	714575.765	5950239.334	37.16	36.765	-0.395	161	707131.471	5945059.047	258.542	257.88	-0.662
8	714417.077	5937937.887	202.655	202.626	-0.029	85	714586.104	5950255.69	36.89	36.41	-0.480	162	707128.773	5945066.612	257.712	257.232	-0.480
9	714415.759	5937908.939	205.315	205.254	-0.061	86	714595.459	5950266.278	36.495	36.074	-0.421	163	707125.847	5945079.751	257.1	256.68	-0.420
10	714424.523	5937873.519	209.516	209.465	-0.051	87	714598.229	5950263.914	36.385	35.991	-0.394	164	726697.995	5939844.692	34.304	34.222	-0.082
11	714424.532	5937840.44	213.887	213.801	-0.086	88	714589.295	5950253.572	36.653	36.233	-0.420	165	726750.609	5939852.87	32.817	32.745	-0.072
12	714419.483	5937832.082	215.351	215.312	-0.039	89	714580.28	5950240.346	36.822	36.521	-0.301	166	726737.026	5939849.656	33.243	33.155	-0.088
13	714445.506	5937805.577	218.315	218.011	-0.304	90	714574.381	5950227.573	36.921	36.543	-0.378	167	726729.94	5939848.014	33.416	33.398	-0.018
14	714451.099	5937798.09	218.484	217.894	-0.590	91	714570.733	5950215.119	36.786	36.34	-0.446	168	726712.339	5939844.436	34.149	34.095	-0.054
15	714456.13	5937794.626	218.279	218.101	-0.178	92	714569.256	5950205.983	36.605	36.182	-0.423	169	726698.104	5939841.709	34.687	34.61	-0.077
16	714600.735	5941566.7	60.688	60.591	-0.097	93	711343.324	5943976.414	180.748	180.623	-0.125	170	726685.056	5939839.096	35.226	35.163	-0.063
17	714928.324	5941175.705	60.372	60.535	0.163	94	712171.382	5943785.348	123.683	122.963	-0.720	171	726665.214	5939834.821	36.152	36.093	-0.059
18	714954.773	5941144.114	60.974	61.064	0.090	95	712172.415	5943788.061	123.189	123.048	-0.141	172	726632.73	5939828.666	37.851	37.696	-0.155
19	714956.106	5941142.594	60.975	61.091	0.116	96	712173.497	5943793.289	122.772	122.711	-0.061	173	726695.805	5939856.151	32.365	31.99	-0.375
20	714964.653	5941131.975	61.413	61.591	0.178	97	712157.493	5943800.556	123.808	123.783	-0.025	174	714600.735	5941566.7	60.688	60.591	-0.097
21	714968.393	5941135.49	61.415	61.575	0.160	98	712154.839	5943796.88	124.087	124.047	-0.040	175	714565.853	5941571.079	62.918	62.912	-0.006
22	714946.893	5941166.637	60.689	60.782	0.093	99	711761.951	5943939.972	143.829	143.671	-0.158	176	714530.91	5941508.714	63.899	63.868	-0.031
23	714941.579	5941166.747	60.647	60.699	0.052	100	711761.641	5943935.907	142.032	141.878	-0.154	177	714518.598	5941516.259	64.908	64.942	0.034
24	714912.496	5941202.235	60.267	60.395	0.128	101	711648.057	5943942.072	133.321	133.385	0.064	178	714553.872	5941531.054	62.711	62.744	0.033
25	714912.497	5941208.456	60.245	60.406	0.161	102	711344.751	5943986.236	180.704	180.606	-0.098	179	714563.804	5941394.331	88.184	88.066	-0.118
26	714901.163	5941208.047	60.066	60.234	0.168	103	711340.827	5943982.106	180.708	180.762	0.054	180	714567.946	5941404.328	86.635	86.674	0.039
27	714885.794	5941193.627	60.456	60.77	0.314	104	711327.353	5943994.107	181.632	181.638	0.006	181	714573.712	5941417.229	85.058	85.13	0.077
28	714872.836	5941241.725	60.303	60.328	0.025	105	711331.024	5943997.739	181.968	181.897	-0.071	182	714582.17	5941427.309	83.005	83.036	0.031
29	714897.917	5941206.587	60.479	60.471	-0.008	106	711317.107	5944000.2	182.54	182.179	-0.361	183	714590.162	5941437.214	80.765	80.94	0.175
30	714525.191	5932953.691	145.382	145.1	-0.282	107	711308.268	5944004.725	183.124	183.13	0.006	184	714597.795	5941442.653	79.281	79.226	-0.055
31	714529.056	5932921.568	140.545	140.631	0.086	108	711291.267	5944011.071	184.537	184.234	-0.303	185	714615.557	5941466.252	74.985	74.998	0.013
32	714533.896	5932923.179	140.834	140.853	0.019	109	711276.349	5944016.183	185.551	185.24	-0.311	186	714623.39	5941479.007	73.028	73.002	-0.026
33	714530.803	5932931.118	141.435	141.418	-0.017	110	711263.479	5944021.472	186.35	186.39	0.040	187	714630.767	5941489.9	70.543	70.552	0.009
34	714525.935	5932930.03	141.468	141.578	0.110	111	711258.931	5944024.117	186.986	186.902	-0.084	188	714635.816	5941502.444	68.025	67.954	-0.071
35	714520.122	5932945.385	143.467	143.472	0.005	112	711352.533	5943967.73	180.332	180.314	-0.018	189	714634.202	5941509.87	66.423	66.275	-0.148
36	714524.039	5932947.625	143.373	143.403	0.030	113	711604.711	5943787.58	44.73	44.662	-0.068	190	714626.242	5941527.48	61.198	61.234	0.036
37	714520.391	5932960.691	145.283	145.224	-0.059	114	711595.048	5943785.517	45.002	44.987	-0.015	191	714525.191	5932953.691	145.382	145.1	-0.282
38	714514.588	5932967.115	146.427	146.275	-0.152	115	711597.999	5943786.623	44.982	45.021	0.039	192	714663.558	5932924.642	122.053	122.167	0.114
39	714529.231	5932984.03	149.646	149.355	-0.291	116	711597.363	5943788.868	44.876	44.735	-0.141	193	714611.812	5932918.232	129.248	129.254	0.006
40	714540.779	5932980.201	148.378	148.292	-0.086	117	711594.303	5943787.894	44.884	44.895	0.011	194	714590.21	5932928.513	133.323	133.345	0.022
41	714555.141	5932968.237	145.01	144.702	-0.308	118	711588.407	5943790.76	44.526	44.536	0.010	195	714574.467	5932976.978	137.957	137.147	-0.810
42	703118.753	5945288.799	290.088	289.688	-0.400	119	711579.057	5943788.211	44.592	44.555	-0.037	196	714564.245	5932975.402	139.56	139.125	-0.435
43	703258.803	5945307.372	288.777	288.734	-0.043	120	711569.193	5943786.261	44.722	44.647	-0.075	197	714463.163	5933028.025	138.96	138.442	-0.518
44	703309.28	5945305.616	288.005	287.914	-0.091	121	711559.694	5943784.969	44.72	44.737	0.017	198	714464.27	5933029.388	138.339	138.554	0.215
45	703279.742	5945300.148	288.697	288.572	-0.125	122	711554.745	5943791.528	44.275	44.229	-0.046	199	714449.208	5933130.836	140.748	140.772	0.024
46	703217.615	5945288.911	292.491	292.472	-0.019	123	711546.492	5943791.274	44.454	44.324	-0.130	200	714448.123	5933138.555	138.018	137.97	-0.048
47	703159.787	5945279.971	290.645	290.669	0.024	124	711550.39	5943791.216	44.49	44.433	-0.057	201	724378.613	5941841.458	53.274	53.148	-0.126
48	703113.123	5945288.309	289.866	289.979	0.113	125	711559.219	5943787.845	44.694	44.698	0.004	202	724307.919	5941846.107	54.934	54.801	-0.133
49	703074.914	5945281.082	289.725	289.83	0.105	126	711548.898	5943787.926	44.581	44.551	-0.030	203	724324.452	5941843.179	54.696	54.57	-0.126
50	703095.816	5945281.293	289.661	289.711	0.050	127	711563.318	5943789.008	44.474	44.392	-0.082	204	724345.741	5941840.465	54.374	54.278	-0.096
51	703117.407	5945282.561	289.819	289.872	0.053	128	711557.016	5943791.48	44.301	44.257	-0.044	205	724356.194	5941839.163	54.237	54.137	-0.100
52	703134.637	5945284.944	289.856	289.878	0.022	129	711551.643	5943795.688	44.211	44.179	-0.032	206	724359.87	5941835.167	54.257	54.132	-0.125
53	703151.853	5945287.837	290.128	290.201	0.073	130	7115601.659	5943799.574	44.243	44.163	-0.080	207	724375.456	5941833.274	53.973	53.834	-0.139
54	703158.658	5945294.426	290.908	291.007	0.099	131	707421.575	5944988.916	275.748	275.626	-0.122	208	724382.48	5941832.512	53.853	53.788	-0.065
55	703136.971	5945291.932	289.739	289.801	0.062	132	706791.218	5945174.524	230.438	230.427	-0.011	209	724395.552	5941830.714	53.649	53.631	-0.018
56	703122.804	5945275.619	289.1														

4.5.8. Anexos Topografía

- Anexo 4-11: Topografía
 - Certificado de Calibración
 - Certificado IGM
 - Datos GNSS
 - Registro Nivelación Geométrica
 - Resumen de Coordenadas UTM
 - Monografías PRs
- Anexo 4-12: Levantamiento LIDAR
 - Ortoimagen
 - Modelos de Elevación Digital
 - Curvas de Nivel
 - Planimetría

4.5.9. Autocontrol Topográfico

4.5.9.1. Antecedentes Generales

La empresa consultora Arrau Ingeniería, ha encargado el desarrollo del control topográfico de los trabajos desarrollados en la etapa de levantamiento LIDAR del proyecto “Diagnóstico Para El Regadío De La Comuna De Ránquil”, desarrollados por la empresa INCIGEO.

En el contexto de la ejecución de este proyecto, se presenta a continuación la descripción de los trabajos de control topográficos realizados en terreno.

El proyecto se encuentra emplazado en la comuna de Ránquil, provincia del Itata, Región del Ñuble.

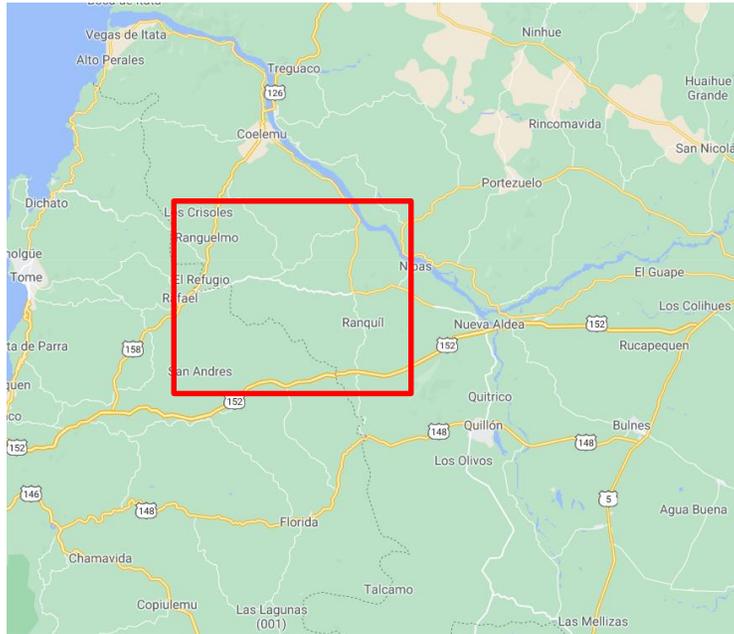


Figura 4-27: Ubicación zona proyecto

Fuente: Elaboración propia.

4.5.9.2. Objetivos

Con el objetivo de verificar el cumplimiento de las exigencias y tolerancias que se especifican en el Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos, de la CNR 2020, se realizó una campaña de terreno a cargo de Pablo Lagos Mella, Geomensor con más de 10 años de experiencia.

Los trabajos realizados en el control de topografía se desarrollaron según lo establecido en el “Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos” de la Comisión Nacional de Riego, punto 14. Verificaciones en Terreno.

4.5.9.3. Objetivos Específicos

- a) Revisar la monumentación de los vértices materializados en la etapa de topografía.
- b) Revisar los resultados de las coordenadas de los vértices entregados por el consultor.
- c) Revisar las precisiones del levantamiento LIDAR, escala 1:5.000 y corroborar que se encuentre dentro de la tolerancia establecida de ± 1.67 m.
- d) Revisar la información entregada por el consultor en el Capítulo 8 y sus anexos.

4.5.9.5. Trabajos Propuestos

Con el objetivo de revisar en terreno los alcances de los trabajos de topografía del proyecto, se realizó una campaña a terreno entre los días 18-03 y 22-03.

a. Monumentación

Se realizó un muestreo de 09 PRs en terreno, lo que corresponde a un 69% del total de vértices materializados, para esta revisión se tomó en cuenta lo expuesto en el punto 14.10 “Monumentación” del Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos CNR.

Los puntos chequeados corresponden a:

- Emplazamiento
- Forma y Dimensiones
- Material
- Nombre
- Amarras

En el Anexo 4-13 Chequeo PRs, se detallan el resultado de la inspección realizada.

Cuadro 4-25: Resultados control vértices

PR	Tipo de Vértice	Dimensiones	Fierro	Legibilidad	Moldaje	Aprueba	Observaciones
		30°30°50	φ 12 mm	(Escritura)		Si / No	
RQL01	Monolito	Cumple	Cumple	No	Cumple	No	Letras no estan bajo relieve. Monolito 2 cm por debajo de la norma.
RQL02	Monolito	Cumple	Cumple	No	Cumple	No	Letras no estan bajo relieve. Monolito 2 cm por debajo de la norma.
RQL03	Monolito	Cumple	Cumple	No	Cumple	No	Fierro sin cruz. Letras no estan bajo relieve. Monolito 2 cm por debajo de la norma.
RQL04	Monolito	Cumple	Cumple	No	Cumple	No	Letras no estan bajo relieve. Monolito 2 cm por debajo de la norma.
RQL06	Monolito	Cumple	Cumple	No	Cumple	No	Letras no estan bajo relieve. Monolito 2 cm por debajo de la norma.
RQL09	Monolito	Cumple	Cumple	No	Cumple	No	Fierro sin cruz. Letras no estan bajo relieve. Monolito 2 cm por debajo de la norma.
RQL10	Monolito	Cumple	Cumple	No	Cumple	No	Letras no estan bajo relieve. Monolito 2 cm por debajo de la norma.
RQL12	Monolito	Cumple	Cumple	No	Cumple	No	Letras no estan bajo relieve. Monolito 2 cm por debajo de la norma.
RQL-13	Placa	Cumple	Cumple	No	Cumple	No	Espesor de la placa no cumple. Letras rayadas, no fue escrito con letras de golpe

Fuente: Elaboración propia.

Todos los monolitos verificados en terreno no cumplen con la normativa de escritura bajo relieve, se encuentran escritos con pintura sobre la superficie.

Para el vértice RQL-13 (Origen de la Nivelación) la escritura sobre la placa de aluminio se encuentra rayada con un elemento con punta, no se encuentra escrito con letras de golpe como lo indica el manual.

La verificación de las amarras se realizó con huincha de metal de 50 m, realizando mediciones sobre las amarras marcadas en terreno por el consultor.

Cuadro 4-26: Resultados control amarras

PR	Amarras Consultor		Amarras Control		Aprueba Si / No	Observaciones
	(A)	(B)	(A)	(B)		
RQL01	3.30	5.30	3.31	5.18	No	
RQL02	11.2	7.80	10.78	5.12	No	Existen varias marcas de pintura en la zona
RQL03	3.10	6.10	3.03	5.77	No	
RQL04	5.00	4.70	4.95	4.63	No	
RQL06	5.80	5.60	5.88	5.64	No	
RQL09	7.25	3.10	5.96	3.00	No	
RQL10	11.10	5.60	11.06	5.54	No	
RQL12	11.50	9.50	10.63	9.27	No	
RQL-13	2.10	3.10	2.24	3.10	No	

Fuente: Elaboración propia.

Las amarras materializadas en la etapa de topografía no cumplen con la tolerancia establecida en el Manual de Procedimientos. En el sector del vértice RQL-02 existen más de 2 marcas azules en los postes.

b. Poligonal Primaria

Se realizó la revisión de 5 vértices, correspondientes al 100% de la polígona primaria, realizando mediciones con sistemas GNSS doble frecuencia con un intervalo de grabación de 5 segundos y mascara de elevación de 10°.

Las observaciones se realizaron asegurando datos redundantes, para que en el cálculo posterior fuera posible realizar un ajuste por mínimos cuadrados y comprobando las diferencias obtenidas entre cada una de las observaciones. A continuación, se muestran los resultados del chequeo realizado.

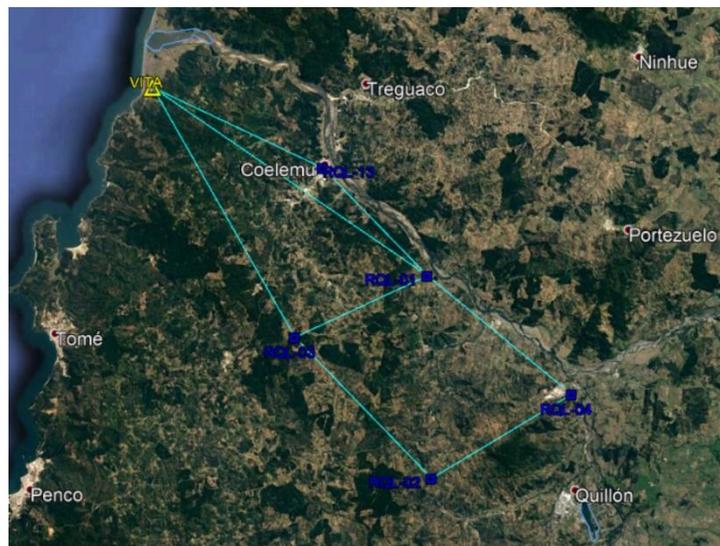


Figura 4-28: Poligonal primaria

Fuente: TBC V5.0.

La poligonal principal tiene su origen en el vértice EAF VITA, perteneciente a la RSN de la Universidad de Chile y sus coordenadas son la indicadas en el Certificado IGM.



IGM PGEOD 8.5-4.0.1
Revisión : 6

CERTIFICADO DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS PLANAS Y ALTURA

Fecha, 23 de diciembre de 2020
N° Certificado 824

Solicitadas por : **INCIGEO**

Datum : SIRGAS
Elipsoide : GRS-80
Unidad : N, E y Altura en metros.

Nombre de la Estación	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Planas		Altura	Altura	Zona
	Latitud	Longitud	Norte	Este	Elipsoidal	NMM	
EAF VEGAS DE ITATA (VITA)	36° 25' 24,7861"	72° 51' 53,0441"	5.966.953,358	691.425,263	35,148	---	18

NOTA : Las coordenadas entregadas en éste certificado están referidas a la época 2016.00

Figura 4-29: Certificado SIRGAS

Fuente: IGM.

Cuadro 4-27: Resultados poligonal primaria

ID vector	ID del punto de origen	Al ID de punto	Tipo de solución	PDOP	Precisión h. (95%)	Precisión v. (95%)	Largo del vector (m)	Desde altura	A altura	Duración
PV15	RQL-01	RQL-04	Fija	2.72	0.007	0.024	15973.342	1.611	1.74	0:46:25
PV12	RQL-02	RQL-04	Fija	1.892	0.013	0.02	13985.855	1.722	1.74	0:52:55
PV10	RQL-03	RQL-01	Fija	2.836	0.012	0.044	12516.007	1.697	1.637	1:00:55
PV9	RQL-03	RQL-02	Fija	3.029	0.01	0.04	16799.576	1.697	1.722	0:52:55
PV7	RQL-13	RQL-01	Fija	7.699	0.009	0.047	12868.792	1.725	1.716	0:50:05
PV4	VITA	RQL-01	Fija	2.72	0.008	0.031	28546.444	0	1.611	0:45:10
PV11	VITA	RQL-03	Fija	2.872	0.016	0.066	24619.161	0	1.697	2:56:40
PV1	VITA	RQL-13	Fija	5.509	0.006	0.031	16130.268	0	1.725	0:50:05

Fuente: TBC V5.0.

Cuadro 4-28: Resultados cierre de figuras

Vectores	Cierres Absolutos		PPM	Longitud (m)
	Horizontal	Vertical		
RQL-03 --> RQL-01	0.013	0.030	1.007	65681.61
VITA --> RQL-03				
VITA --> RQL-01				
RQL-13 --> RQL-01	0.008	0.01	0.214	57545.503
VITA --> RQL-13				
VITA --> RQL-01				

Fuente: TBC V5.0.

Los resultados obtenidos de las mediciones realizadas, permiten determinar que los resultados obtenidos se encuentran dentro de la tolerancia establecida de 2 PPM para los trabajos de vinculación SIRGAS. En consecuencia, la poligonal secundaria se encuentra dentro de la tolerancia.

c. Poligonal Secundaria

Se realizó la revisión de 4 vértices, correspondientes al 50 % de la polígona primaria, lo que, sumado a la verificación de los vértices de la poligonal, contemplan un 69% del total de PRs revisados, para esto se realizaron mediciones a partir de los vértices de la poligonal primaria con sistemas GNSS doble frecuencia con un intervalo de grabación de 5 segundos y mascara de elevación de 10°.

A continuación, se muestran los resultados del chequeo realizado.



Figura 4-30: Poligonal secundaria

Fuente: TBC V5.0.

Cuadro 4-29: Resultados poligonal secundaria

ID vector	ID del punto de origen	Al ID de punto	Tipo de solución	PDOP	Precisión h. (95%)	Precisión v. (95%)	Largo del vector (m)	Desde altura	A altura	Duración
PV5	RQL-06	RQL-04	Fija	6.463	0.006	0.013	7687.73	1.674	1.74	0:44:45
PV7	RQL-06	RQL-10	Fija	3.905	0.012	0.011	6461.924	1.711	1.593	0:41:35
PV8	RQL-09	RQL-03	Fija	1.627	0.007	0.011	4312.963	1.786	1.68	0:55:35
PV9	RQL-10	RQL-01	Fija	1.377	0.007	0.011	4723.049	1.65	1.755	0:30:10
PV10	RQL-10	RQL-09	Fija	2.109	0.007	0.016	6427.529	1.65	1.786	1:40:35
PV11	RQL-10	RQL-12	Fija	1.687	0.013	0.016	7849.765	1.6	1.793	1:04:20
PV12	RQL-12	RQL-02	Fija	1.346	0.005	0.01	4838.155	1.793	1.714	0:53:00

Fuente: TBC V5.0.

Cuadro 4-30: Resultados ajuste poligonal secundaria

Informe de ajuste de red

Estadísticas del ajuste

Número de iteraciones para un ajuste exitoso:	2
Factor de referencia de red:	4.7
Prueba de chi al cuadrado (95%):	Pasado
Nivel de confianza de la precisión:	95%
Grados de libertad:	5

Límites de punto de control

ID de punto	Tipo	Este σ	Norte σ	Altura σ	Elevación σ
		(Metro)	(Metro)	(Metro)	(Metro)
RQL-01	Global	Fijo	Fijo	Fijo	
RQL-02	Global	Fijo	Fijo	Fijo	
RQL-03	Global	Fijo	Fijo	Fijo	
RQL-04	Global	Fijo	Fijo	Fijo	

Fijo = 0.000001(Metro)

Coordenadas de cuadrícula ajustadas

ID de punto	Este (metro)	Este Error (metro)	Valor norte (metro)	Valor norte Error (metro)	Elevación (metro)	Elevación Error (metro)
RQL-01	714596.942	Fijo	5950275.903	Fijo	35.953	Fijo
RQL-02	714525.191	Fijo	5932953.726	Fijo	144.958	Fijo
RQL-03	703118.752	Fijo	5945288.799	Fijo	289.664	Fijo
RQL-04	726697.994	Fijo	5939844.692	Fijo	33.880	Fijo
RQL-06	719902.368	0.019	5943442.562	0.021	47.636	0.035
RQL-09	707421.561	0.018	5944988.918	0.019	275.350	0.043
RQL-10	713816.508	0.016	5945617.456	0.017	96.158	0.044
RQL-12	714417.838	0.016	5937790.724	0.018	221.440	0.022

Coordenadas geodésicas ajustadas

ID de punto	Latitud	Longitud	Altura (Metro)	Altura Error (Metro)	Límite
RQL-01	S36°34'07.93202"	O72°36'06.57971"	56.938	Fijo	Fijo
RQL-02	S36°43'29.66749"	O72°35'52.02790"	165.786	Fijo	Fijo
RQL-03	S36°36'58.69600"	O72°43'43.27913"	310.610	Fijo	Fijo
RQL-04	S36°39'36.06888"	O72°27'49.08656"	54.723	Fijo	Fijo
RQL-06	S36°37'45.15207"	O72°32'26.27968"	68.528	0.035	
RQL-09	S36°37'05.08453"	O72°40'49.90161"	296.314	0.043	
RQL-10	S36°36'39.61653"	O72°36'33.29198"	117.104	0.044	
RQL-12	S36°40'52.91506"	O72°36'01.23198"	242.321	0.022	

Fuente: TBC V5.0.

Cuadro 4-31: Resultados control poligonal

Comparación de Coordenadas Poligonal Geodésica Ranquil									
PUNTO	Coordenadas Consultor			Coordenadas Control			Diferencias		
	COORDEDANAS UTM		Altura Elipsoidal	COORDEDANAS UTM		Altura Elipsoidal	Δ Norte	Δ Este	Δ Altura
	Norte	Este		Norte	Este				
RQL01	5950275.903	714596.942	56.938	5950275.901	714596.965	56.908	0.002	-0.023	0.030
RQL02	5932953.691	714525.190	165.786	5932953.688	714525.196	165.828	0.003	-0.006	-0.042
RQL03	5945288.799	703118.752	310.611	5945288.796	703118.769	310.608	0.003	-0.017	0.003
RQL04	5939844.692	726697.994	54.724	5939844.694	726698.010	54.764	-0.002	-0.016	-0.040
RQL13	5959704.988	705836.644	49.249	5959704.997	705836.654	49.261	-0.009	-0.010	-0.012
Comparación de Coordenadas Poligonal Ranquil									
PUNTO	Coordenadas Consultor			Coordenadas Control			Diferencias		
	COORDEDANAS UTM		Altura Elipsoidal	COORDEDANAS UTM		Altura Elipsoidal	Δ Norte	Δ Este	Δ Altura
	Norte	Este		Norte	Este				
RQL01	5950275.903	714596.942	56.938	5950275.903	714596.942	56.938	0.000	0.000	0.000
RQL02	5932953.691	714525.190	165.786	5932953.726	714525.191	165.786	-0.035	-0.001	0.000
RQL03	5945288.799	703118.752	310.611	5945288.799	703118.752	310.61	0.000	0.000	0.001
RQL04	5939844.692	726697.994	54.724	5939844.692	726697.994	54.723	0.000	0.000	0.001
RQL06	5943442.557	719902.379	68.502	5943442.562	719902.368	68.528	-0.005	0.011	-0.026
RQL09	5944988.916	707421.574	296.288	5944988.918	707421.561	296.314	-0.002	0.013	-0.026
RQL10	5945617.442	713816.516	117.079	5945617.456	713816.508	117.104	-0.014	0.008	-0.025
RQL12	5937790.703	714417.833	242.331	5937790.724	714417.838	242.321	-0.021	-0.005	0.010

Fuente: Elaboración propia.

El chequeo de las poligonales principal (vinculación) y poligonales secundarias, no muestra mayores diferencias en las coordenadas informadas por el consultor. En consecuencia, la poligonal secundaria se encuentra dentro de la tolerancia.

d. Control De Nivelación GPS

La vinculación altimétrica de proyecto se realizó desde el Pilar de Nivelación del IGM denominado G2-101 que cuenta con cota geométrica de 28.636 m, este vértice se encuentra la plaza de armas de Coelemu y no cuenta con las condiciones apropiadas para medir de forma directa con equipos GNSS, por lo que se trasladó la cota hasta el vértice RQL-13 distante a 150 m aproximados del Pilar de Nivelación.

Se revisó el desnivel informado por el consultor con una nivelación corriente, encontrando las siguientes diferencias.

Cuadro 4-32: Resultados nivelación GNSS

Desde	Hasta	Desnivel Consultor		Desnivel Control	Diferencia
		Ida (m)	Vuelta (m)		
PN	RQL-13	-0.0700	0.0709	-0.071	0.0010

Punto	Altura del elipsoide	Altura de geoide EGM08 (N1)	Cota Geométrica	Altura de geoide Local (N2)	N2-N1
RQL-13	49.249	21.062	28.566	20.683	-0.379

Fuente: Elaboración propia.

Se encontró una diferencia de 0.045 m en la reducción de la cota mediante nivelación GNSS, si bien este error no es relevante en la obtención de la cartografía se debe corregir en el informe y todos los anexos.

Cuadro 4-33: Comparación cota reducida

Comparación de Cotas									
PUNTO	Coordenadas Consultor			Coordenadas Control			Diferencias		
	Altura Elipsoida	Cota Ortométrica	Cota Ortométrica Local	Altura Elipsoida	Cota Ortométrica	Cota Ortométrica Local	Δ Altura	Δ Cota Ortom.	Δ Cota Ortom. Local
RQL01	56.938	35.953	36.377	56.938	35.953	36.332	0.000	0.000	0.045
RQL02	165.786	144.958	145.382	165.786	144.958	145.337	0.000	0.000	0.045
RQL03	310.611	289.664	290.088	310.61	289.664	290.043	0.001	0.000	0.045
RQL04	54.724	33.88	34.304	54.723	33.88	34.259	0.001	0.000	0.045
RQL06	68.502	47.611	48.035	68.528	47.636	48.015	-0.026	-0.025	0.020
RQL09	296.288	275.324	275.748	296.314	275.35	275.729	-0.026	-0.026	0.019
RQL10	117.079	96.133	96.557	117.104	96.158	96.537	-0.025	-0.025	0.020
RQL12	242.331	221.45	221.874	242.321	221.44	221.819	0.010	0.010	0.055

Fuente: Elaboración propia.

e. Control Levantamiento Lidar 1:5.000

A partir del Sistema de Transporte de Coordenadas, previamente validado en el Informe “Técnico Ránquil”, se procedió con controlar la precisión de la restitución realizando mediciones planimétricas y altimétricas en diversos sectores de la zona de riego. Se seleccionaron 8 sectores de la zona de inundación para el control planimétrico y altimétrico de la cartografía 1:5.000.



Figura 4-31: Poligonal secundaria

Fuente: Elaboración propia.

La tolerancia establecida para este tipo de levantamientos está determinada en la tabla N° 7, del numeral 10.2 Fotogrametría Digital del manual de procedimientos de la CNR.

Cuadro 4-34: Tolerancia levantamientos y verificación en terreno

ESCALA DEL PLANO	VERIFICACION DEL PLANO EN TERRENO (90% de los puntos verificados presentarán un error menor o igual que)	
	ALTIMET. (m)	PLANIMET. (m)
1:500 Curvas c/0,5 m	0,17	0,17
1:1.000 Curvas c/1,0 m	0,33	0,33
1:2.000 Curvas c/2,0 m	0,67	0,67
1:5.000 Curvas c/5,0 m	1,67	1,67
1:10.000 Curvas c/10,0 m	3,33	3,33
1:20.000 Curvas c/20,0 m	6,67	6,67

Fuente: Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR.

En los distintos sectores se realizaron mediciones aleatorias sobre elementos fotoidentificables y sobre el terreno de forma de obtener un control planimétrico y altimétrico del levantamiento.

Se Controló en terreno un total de 165 puntos, distribuidos en 8 sectores de la cartografía, obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro 4-35: Resultados verificación en terreno

Escala del Plano	Tolerancia	100% Pts chequeados	Pts con error	% Pts con error	% Pts en tolerancia
	Planimetría				
1:5.000 curvas cada 5 m	1.67 m	112	4	3.6%	96%
1:5.000 curvas cada 5 m	Altimetría	165	13	7.9%	92.1%
	1.67 m				

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados obtenidos del chequeo de la cartografía el levantamiento fotogramétrico se encuentra fuera dentro de las tolerancias establecidas en el manual de procedimientos, donde se indica que el 90 % de los puntos muestreados en terreno debe estar dentro del orden de 1.67 m.

f. Control de Cartografía

Se revisó la información cartográfica entregada por el consultor realizado un control con los siguientes parámetros.

- Layers en formato CNR.
- El dibujo contenga los PRs
- Toponimia
- Etiquetado de Curvas
- Simbología en formato CNR
- Completitud de información
- Imagen Rectificada
- Densidad de puntos acotados
- Viñeta-Cuadro de coordenadas

Cuadro 4-36: Resultados revisión cartografía

FORMATO DE ENTREGA ARCHIVO .DWG	
Layers en formato CNR.	Revisar layers, existen layer que no corresponden al formato CNR
El dibujo contenga la red de PRs	Cumple
Etiquetado de caminos y elementos importantes (Toponimia)	Cumple
Curvas de nivel	Curvas de nivel sobre construcciones.
Etiquetado de Curvas de nivel	Cumple.
Simbología en formato CNR	Cumple
Compleitud de información	Falta información, como Puentes-Estanques de Agua, Calles (Pasaje) de acceso a viviendas- Líneas de postaciones- Antenas de Comunicación, Quebradas, etc. Algunos poligonos de construccion se encuentran incompletos.
Imagen Rectificada	Cumple
Densidad de Puntos acotados	Cumple
Viñeta y Cuadro de coordenadas	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

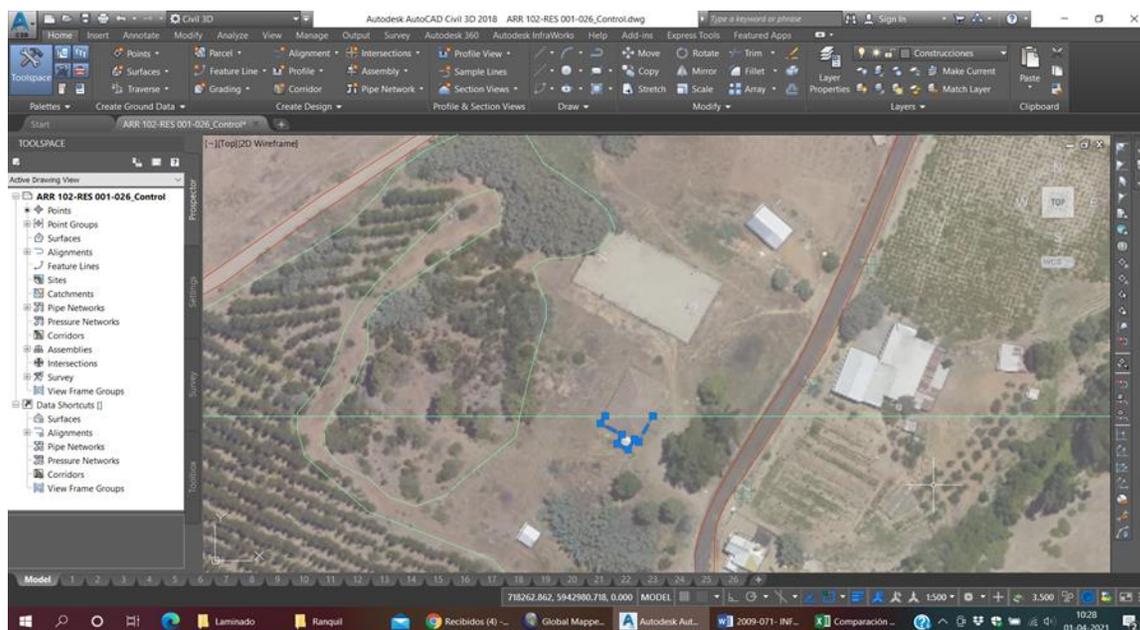


Figura 4-32: Imagen que muestra la falta de información.

Fuente: Elaboración propia.

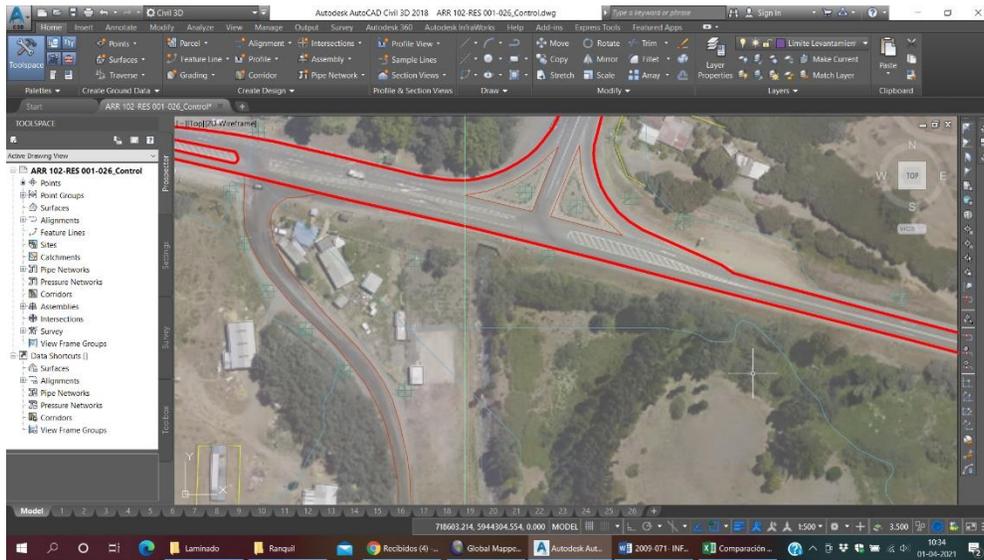


Figura 4-33: Imagen que muestra la falta de información de O. A y Quebradas

Fuente: Elaboración propia.

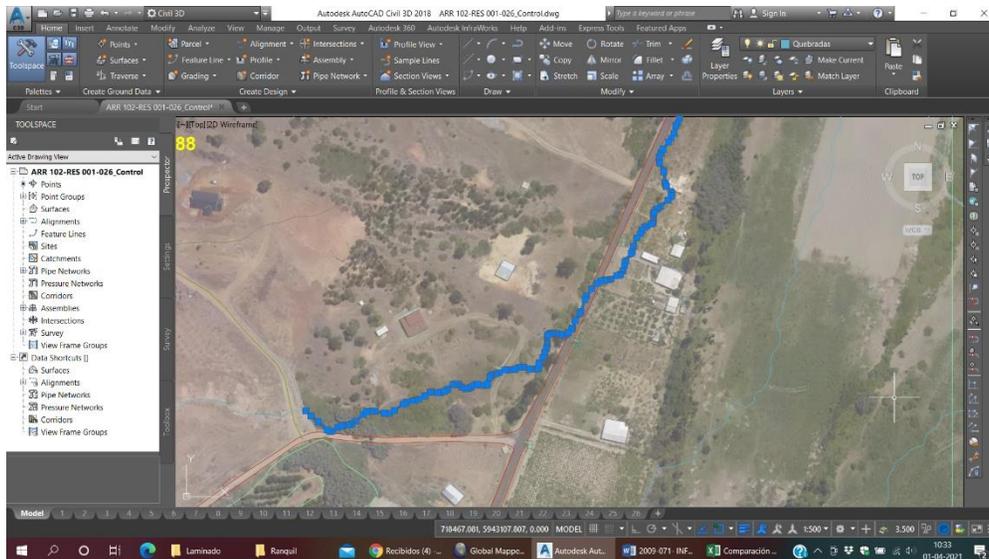


Figura 4-34: Quebradas cruzan caminos

Fuente: Elaboración propia.

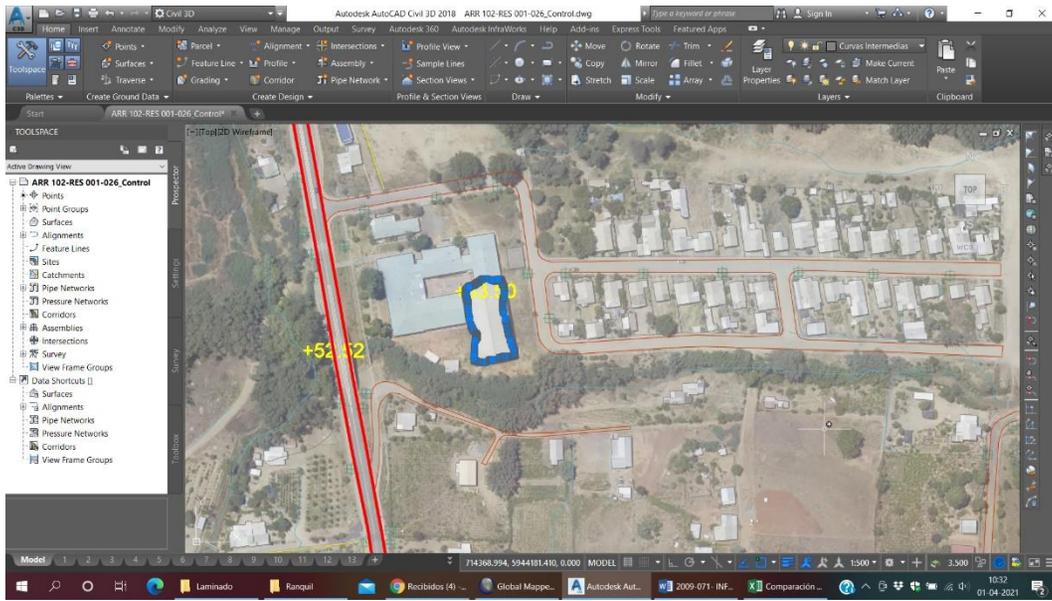


Figura 4-35: Curvas y acotado sobre construcciones

Fuente: Elaboración propia.

4.5.10. Equipamiento Utilizado

4.5.10.1. Instrumental GPS

Las mediciones GPS se realizarán con 02 receptores Spectra, Modelo SP80, equipos doble frecuencia (L1 y L2) GPS + Glonass RTK con 200 Canales y Portadora L1/L2 de ciclo completo.

Precisión Nominal:

- Medición estática GNSS
 - Horizontal 5 mm + 0,5 ppm RMS
 - Vertical. 5 mm + 1 ppm RMS

- Medición RTK
 - Horizontal 8 mm + 0,5 ppm RMS
 - Vertical. 1.5 mm + 1 ppm RMS



Figura 4-36: Equipos GNSS Spectra

Fuente: Spectra.

4.5.11. Resumen y Observaciones

De la verificación en terreno se registraron las siguientes observaciones:

- 1) Todos los monolitos se encuentran fuera de norma en la escritura de los nombres, no están escritos bajo relieve.
- 2) El PR RQL-13 materializado con una lámina de aluminio y no cuenta con el nombre escrito con letras de golpe, el nombre escrito rayando la placa con un elemento con punta.
- 3) El sector donde se encuentra el vértice QRL-02 tiene más de 2 marcas de pinturas para las amarras.
- 4) Las amarras presentan diferencias respecto de las chequeadas en esta revisión.

De la verificación de coordenadas:

- 1) La componente planimétrica de las coordenadas indicadas por el consultor se encuentra dentro de tolerancia.
- 2) El cálculo de la nivelación realizado por el consultor arroja un error de 0.045 m debido a que se invirtió el número en el cálculo.

Para la ejecución de este procedimiento se calculó el valor de ondulación denominado "Real" (N_R) entre la altura elipsoidal (h) y la cota del punto (C), en base a siguiente fórmula:

$$N_{R\ RQL13} = C_{RQL13} - h_{RQL13}$$

$$N_{R\ RQL13} = 49.249 - 28.566$$

$$N_{R\ RQL13} = 20.683$$

Posteriormente se calcula la diferencia que existe entre el N_R y el N del punto obtenido del modelo geoidal.

$$DN = N_{R\ RQL13} - N_{RQL13}$$

$$DN = 20.683 - 21.062$$

$$DN = -0.424$$

Figura 4-37: Cálculo de nivelación GNSS

Fuente: Informe Técnico Ránquil.

De la revisión de la información cartográfica:

- Existen layer que no corresponden al formato CNR
- Existen elementos que no encuentran en sus respectivos layer.
- La planimetría se encuentra sin información de altura.
- Existen inconsistencia entre las curvas y el terreno, principalmente por curvas representadas sobre las construcciones.
- Existe inconsistencia entre el acotado y las curvas de nivel.
- Falta información importante, información que fue levantada en terreno y que no se encuentra dibujada.
- Estanques de APR, Antenas de Comunicación, postaciones de media tensión, caminos secundarios de acceso a sectores poblados, Puentes, etc.
- Verificar la información de quebradas, existen atravesos sobre caminos principales que no están representados en planimetría y curvas. Existen quebradas que no se encuentran representadas.
- No se aprecia un orden de dibujo, existen cercos menores representados y otros cercos de mayor importancia no representados, lo mismo ocurre con construcciones y líneas de postaciones.
- Existen polígonos de construcciones incompletos.

- Faltan acotados en las intersecciones de caminos, cuando no existan curvas de nivel en las cercanías.

De la revisión del Informe:

- Se menciona un control interno del vuelo LIDAR realizado mediante la medición de GCPs, sin embargo, no se muestra un cuadro resumen con el análisis de estos puntos respecto de los productos cartográficos generados.



Pablo Lagos Mella - Ing. Geomensor

4.5.12. Modificaciones Realizadas a Partir de Observaciones

A continuación, se presentan las respuestas y modificaciones efectuadas a partir de cada una de las observaciones procedentes del autocontrol de topografía. En los Anexos de topografía se encuentra todo el material actualizado.

4.5.12.1. Verificación en Terreno

Se registraron las siguientes observaciones:

- *Todos los monolitos se encuentran fuera de norma en la escritura de los nombres, no están escritos bajo relieve.*
RESP. Se desarrolla campaña en terreno para dar relieve a cada uno de los monolitos levantados según Manual de Procedimientos Topográficos y Geodésicos de la CNR. A continuación, se detalla registro fotográfico.

RQL01



RQL02



RQL03



RQL04



RQL05



RQL06



RQL07



RQL08



RQL10



RQL11



RQL12



- El PR RQL-13 materializado con una lámina de aluminio y no cuenta con el nombre escrito con letras de golpe, el nombre escrito rayando la placa con un elemento con punta.

RESP. Se desarrolla campaña en terreno para reemplazar placa con una estandarizada según Manual de Procedimientos Topográficos y Geodésicos de la CNR. Se desarrolla nivelación geométrica para verificar que no sufrió modificaciones. A continuación, se detalla registro fotográfico y planilla de nivelación.



Desde	Hasta	Circuito de ida		Circuito de vuelta		Error de cierre (m)	Cota (m)	Distancia Recorrida (m)	Error Permitido (m)
		L. Atrás	L. Adelante	L. Atrás	L. Adelante				
PNG2101		1.6188		1.6707			28.636		
		1.4424	1.4514	1.4170	1.4343				
	RQL13		1.6799		1.5841		28.566		
	Desnivel	-0.0701		0.0693					
	Desnivel Promedio	-0.0697				-0.0008		145	0.0038

- *El sector donde se encuentra el vértice QRL-02 tiene más de 2 marcas de pinturas para las amarras. RESP.* Se elimina amarra adicional pintándola completamente de azul.
- *Las amarras presentan diferencias respecto de las chequeadas en esta revisión. RESP.* Se desarrolla campaña en terreno para remedir cada una de las amarras. A continuación, se detalla registro fotográfico.

RQL01



RQL02



RQL03



RQL04



RQL06



RQL09



RQL10



RQL12



4.5.12.2. Verificación de coordenadas

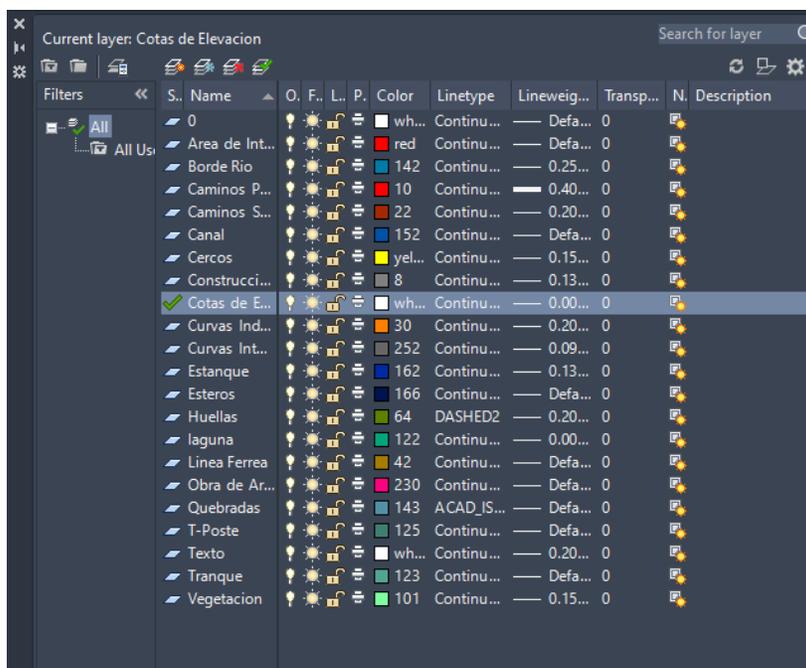
Se registraron las siguientes observaciones:

- *El cálculo de la nivelación realizado por el consultor arroja un error de 0.045 m debido a que se invirtió el número en el cálculo.*
RESP. Se realiza revisión de los parámetros utilizados para el cálculo de cotas sin encontrar observaciones. Asimismo, se utiliza planilla enviada por la CNR, en donde se obtienen los mismos resultados.

4.5.12.3. Revisión de la información cartográfica

Se registraron las siguientes observaciones:

- *Existen layer que no corresponden al formato CNR*
RESP. Se verifican todos los layer presentes en la cartografía según establece el Manual de Procedimientos Topográficos y Geodésicos de la CNR. Para aquellos no presentes en el manual se utilizó un nombre representativo del elemento.



- *Existen elementos que no encuentran en sus respectivos layer.*
RESP. Se verifican y corrigen todos los layer, de manera que coincidan con los elementos indicados.
- *La planimetría se encuentra sin información de altura.*
RESP. La planimetría cuenta con información de altura, ya sea por medio de sus curvas de nivel, acotamientos o planimetría 3D. Adicionalmente se agrega origen altimétrico a láminas.

- *Existen inconsistencia entre las curvas y el terreno, principalmente por curvas representadas sobre las construcciones.*
RESP. Se realiza una revisión general de las curvas de nivel eliminando principalmente curvas sobre construcciones.
- *Existe inconsistencia entre el acotado y las curvas de nivel.*
RESP. Se realiza una revisión general del acotado de proyecto, corrigiendo en donde fue necesario.
- *Falta información importante, información que fue levantada en terreno y que no se encuentra dibujada. Estanques de APR, Antenas de Comunicación, postaciones de media tensión, caminos secundarios de acceso a sectores poblados, Puentes, etc.*
RESP. Se complementa dibujo planimétrico en Rev1.
- *Verificar la información de quebradas, existen atravesos sobre caminos principales que no están representados en planimetría y curvas. Existen quebradas que no se encuentran representadas.*
RESP. Se revisan los dibujos de quebradas complementando información faltante. Asimismo, se generan obras de arte en atravesos con camino, ya sea por identificación mediante la orto imagen, o bien mediante su interpretación en sector de atravesos.
- *No se aprecia un orden de dibujo, existen cercos menores representados y otros cercos de mayor importancia no representados, lo mismo ocurre con construcciones y líneas de postaciones.*
RESP. Se complementó la cartografía con la mayor cantidad de elementos fotoidentificables.
- *Existen polígonos de construcciones incompletos.*
RESP. Se complementan polígono de construcciones incompletos.
- *Faltan acotados en las intersecciones de caminos, cuando no existan curvas de nivel en las cercanías.*
RESP. Se complementan acotados en la cartografía. Asimismo, se entrega de manera complementaria modelo de digital de superficie, el cual representa las cotas del terreno pixel a pixel, de la totalidad del proyecto.

4.5.12.4. Revisión del informe

Se registraron las siguientes observaciones:

- *Se menciona un control interno del vuelo LIDAR realizado mediante la medición de GCPs, sin embargo, no se muestra un cuadro resumen con el análisis de estos puntos respecto de los productos cartográficos generados.*
RESP. Se realizan dos controles internos, uno mediante la generación de marcas de pre-vuelo, las cuales se pueden analizar mediante el Cuadro 8-11 Precisiones Marcas de Pre-Vuelo y otro mediante la generación de un levantamiento GNSS de 231 puntos, el cual se puede analizar mediante el Cuadro 8-12. En ambos casos los puntos fueron comparados con los productos cartográficos generados.

5. ESTUDIO LEGAL

5.1. Antecedentes Generales

En este Capítulo se abordan los estudios legales respecto a los Derechos de Aprovechamiento de Agua (DAA) de propiedad de la I. Municipalidad de Ránquil, análisis de alternativas de captación para hacer uso de los derechos de agua en cuestión, así como también analizar Alternativas de transferencia y procedimientos para conformar una futura organización que administre los DAA en indicados. Junto con lo demás se aborda en el presente capítulo un Diagnóstico general de los Derechos de Aprovechamiento de agua en el Área de Estudio.

En el Anexo 5-1, se entregan todos los antecedentes legales de los DAA que tiene en poder la I. Municipalidad de Ránquil, en tanto que en Anexo 5.2 se entrega la lista de todos los DAA existentes en la comuna de Ránquil. Finalmente, en el Anexo 5-3 se entrega con todo detalle el informe legal realizado por el especialista.

A continuación, se resumen los principales resultados del citado informe.

5.2. Estudio legal sobre el DAA de propiedad de I. Municipalidad de Ránquil

El derecho que dispone la I. Municipalidad, en este momento corresponde a un derecho de aprovechamiento consuntivo, de ejercicio permanente y continuo, de aguas superficiales y corrientes del río Itata. Está “imperfecto”, porque en su inscripción en la DGA, el Conservador omitió “permanente y continuo”. Mientras esta situación no se corrija, no puede ser traspasado ni cambiarse su punto de captación, ni solicitarse la construcción de la bocatoma. En consecuencia, el derecho se encuentra vigente y sin prohibiciones, embargos u otras limitaciones que lo afecten, sólo hay que perfeccionarlo.

5.3 Alternativas de Captación

El título inscrito del derecho de aprovechamiento de la entidad edilicia rola a fs. 25 N° 25, del Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Coelemu del año 2008.

Según consta en dicha inscripción registral, las aguas serán captadas por elevación mecánica en la ribera occidental del Río Itata, 2.000 metros aguas arriba del Puente Ferroviario de Nueva Aldea.

El artículo 8° del Código de Aguas, dispone que el que tiene un derecho de aprovechamiento lo tiene igualmente, a los medios necesarios para ejercitarlo. Así, el que tiene derecho a sacar agua de una fuente situada en la heredad vecina, tiene el derecho de tránsito para ir a ella, aunque no se haya establecido en el título. Si se encuentra en terrenos de dominio privado, el titular puede imponer todas las servidumbres que sean menester para el ejercicio de su derecho de aprovechamiento.

Por su parte, el artículo 26 inciso 1° del Código de Aguas prescribe que “(...) El derecho de aprovechamiento comprenderá la concesión de los terrenos de dominio público necesarios para hacerlo efectivo (...)”.

O sea, el Código de Aguas regula la captación para los casos en que los terrenos del punto de captación sean públicos o privados. Por lo tanto, el traslado del ejercicio del DAA a otro lado, donde supuestamente van a estar los agricultores que se beneficien con los 98 L/s, solo tiene la restricción mencionada de perfeccionamiento del derecho.

5.4 Alternativas para Transferir el Dominio o la Mera Tenencia del Derecho de Aprovechamiento de la Municipalidad de Ránquil

En este acápite, el estudio realiza un detallado análisis de todas las alternativas posibles para transferir el derecho, las que se resumen a continuación:

- Transferencia del dominio. Es posible, mediante la celebración de un contrato de compraventa o a través de una donación entre vivos.
- Venta del derecho. Es posible, con decreto fundado del ministerio de hacienda
- Transferencia individual con prohibición de enajenar (compraventa). es posible, la legislación de aguas reconoce el valor de las cláusulas convencionales de no enajenar.
- Donación irrevocable del derecho de aprovechamiento. Es posible, está afecta a impuestos y se otorga por escritura pública. el alcalde requiere el acuerdo del consejo (mitad + 1 de los presentes).
- Entrega de la mera tenencia por comodato. No es posible, es inaceptable por tratarse de un bien incorporal.
- Entrega de la mera tenencia por usufructo. Sí es posible, el usufructuario tiene la obligación de conservar y restituir la cosa al término del usufructo.

El estudio concluye recomendando la alternativa de donación irrevocable, además es la única forma de adquirir a título gratuito los derechos por acto entre vivos.

5.5 Procedimiento para conformar la futura organización de regantes, para gestionar, administrar y distribuir las aguas, y administrar las obras de captación.

En este acápite, el estudio analiza y recomienda la formación de una o más Comunidades de Aguas por vía extrajudicial, ya que es mucho más expedito. Esto implica un acuerdo voluntario de los comuneros, que deben tener sus derechos de agua constituidos. El título constitutivo de la Comunidad de Aguas formada de manera voluntaria debe registrarse en la DGA. En el estudio, se entregan todos los pasos a seguir, lo que debe contener la Escritura Pública de formación, las regulaciones sobre los

Estatutos, las Juntas Ordinarias y Extraordinarias, la Administración, las Atribuciones, forma de extinguirse, etc.

5.6 Diagnóstico DAA en la Comuna de Ránquil

El estudio legal, culmina efectuando un diagnóstico acerca de los DAA existentes en la comuna, tanto superficiales como subterráneos, y entregando una lista de todos los registrados a la fecha, ya sea constituidos o en trámite. Todo el análisis y resultados, se puede apreciar en los Anexos 5-2 y 5-3.

En cuanto a las OUAs se obtuvo de la recopilación de antecedentes antes señalada que no existen OUAs registradas en la DGA cuyas bocatomas se ubiquen dentro del territorio de Ránquil. No se encontraron tampoco OUAs de hecho en el territorio.

En la verificación que se hizo en el CBR no se encontraron inscripciones de DAA que no estuvieran registrados en la DGA.

En cuanto al ejercicio de DAA en la comuna, de la revisión del último cobro de patentes realizado por la DGA⁴ se obtuvo que no hay cobro de patentes en la comuna de Ránquil, de aguas subterráneas ni de aguas superficiales por lo que se concluye que los DAA se encuentran en uso.

⁴ Res Exenta DGA N° 2.662, 28 de diciembre de 2020.

6. ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

6.1. Introducción

A través de los años, se ha realizado una gran cantidad de estudios para la Comuna de Ránquil, con relación a las posibilidades de desarrollar la agricultura. El último Catastro Frutícola, habla de 14.184 ha de frutales en 2019 y 137.191 ha de vides, en tanto que el estudio de la CNR de 2017, concluye que la economía de la zona es cada vez más dependiente del agua. Además, las organizaciones de usuarios se encuentran en precario estado.

Lo anterior, motivó la realización del presente estudio con la principal finalidad de encontrar las mejores fuentes de agua para desarrollar el riego.

6.2. Análisis de la Zona

No se construyeron tranques CORA en la Comuna de Ránquil y el Estudio Hidrogeológico del Secano Interior y Costero de las Regiones VI, VII y VIII de 2001, planteó como soluciones agrícolas de interés las captaciones subterráneas para predios de superficies menores a 12 ha de riego básico. Esto se ha dado en diversos sectores de la Comuna, en gran medida gracias a la posibilidad de elevar aguas con energía solar, pero por lo visto y analizado en terreno, esta explotación de la napa se encuentra al límite y un aumento podría significar que varios usuarios queden con sus pozos “colgando”, sobre el nivel de la napa, que comenzaría a disminuir. Como conclusión, se recomienda no aumentar la explotación del recurso subterráneo.

Con respecto al recurso superficial, existe básicamente en el río Itata y en las quebradas de la comuna, que conducen bastante agua durante los años lluviosos en el invierno. Sin embargo, los derechos permanentes en el río se encuentran agotados y sólo se cuenta con los 98 L/s que se encuentran en poder de la I. Municipalidad, y que es misión para este estudio recomendar el mejor uso. Otra posibilidad con que cuentan los agricultores, es solicitar derechos eventuales del río Itata, en invierno, para elevarlos a estanques o pequeños tranques, de manera de efectuar una regulación estacional. Como se trataría de una explotación de muy alto costo, podría ser más atractiva para el desarrollo de paneles de invernaderos.

Con respecto a los recursos de los cauces superficiales de la Comuna, el estudio de prefactibilidad de la CNR para el Proyecto Construcción Embalses Estacionales de Secano, Provincia de Ñuble, del año 2014, analizó 3 sitios, entre ellos el embalse Ránquil, pero no resultó rentable.

Con estos antecedentes, se procedió a realizar los trabajos de campo y gabinete, que condujeron a concluir que la Comuna tiene un gran potencial agroproductivo, en especial vides de secano, paltos y cerezos, pero también cítricos, olivos, berries y otros, además de todo tipo de hortalizas. La gran conclusión es, entonces: existe clima y suelos, solo falta el agua.

Se definieron las siguientes alternativas para las zonas 1 y 2 del estudio:

Zona 1:

1. Elevación desde el río Itata.
2. Riego desde el embalse Ránquil, u otro.
3. Elevación desde la napa.

Zona 2:

1. Construcción de tranques de temporada en quebradas.
2. Elevación desde la napa.

Habiéndose descartado la elevación desde la napa, salvo excepciones puntales que podrían analizarse, y planteada la situación de derechos y soluciones posibles para el río Itata, el estudio se abocó a ubicar posibles sitios de embalse en los cauces de la comuna, para analizarlos y compararlos desde diferentes puntos de vista, a fin de recomendar los mejores.

Fue así como se identificó a más de 70 sitios posibles en la comuna, mediante el análisis de la cartografía levantada, procediéndose a diferentes instancias de selección que se describen más adelante, las que concluyeron con la selección y recomendación de dos de ellos, los embalses Ránquil y Rahuil. En la Figura 6-1, se muestra la ubicación de ellos en un instante en que ya habían sido descartado varios. Los embalses Ránquil y Rahuil, son los señalados con los números 17 y 30, respectivamente.

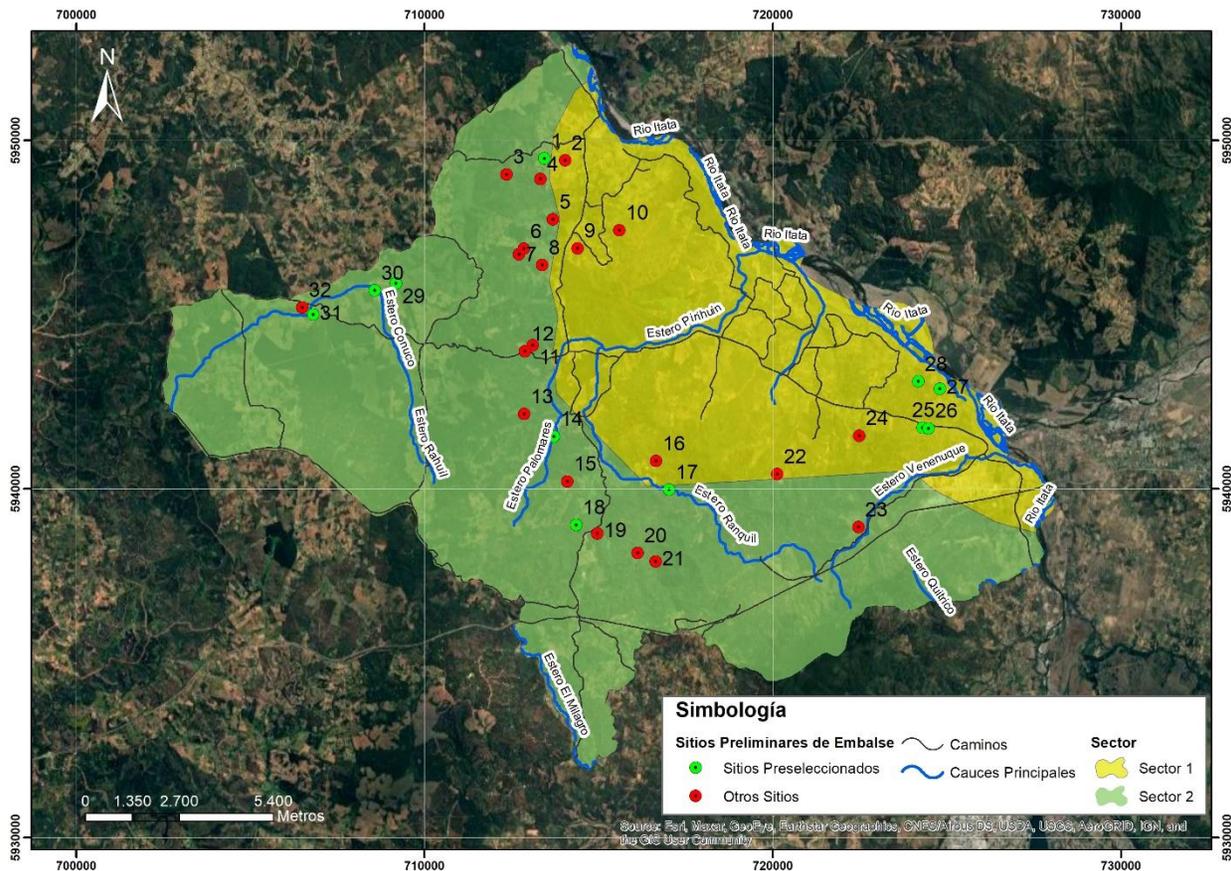


Figura 6-1: Ubicación potenciales obras de acumulación

Fuente: elaboración propia.

La Figura es una foto de uno de los instantes del proceso de selección, el cual se describe a continuación.

6.3. Selección de Alternativas de Solución

6.3.1. Elevaciones desde el río Itata

El objetivo de este proyecto es aprovechar los derechos permanentes, de 98 L/s, con un sistema de riego que eleve las aguas desde el río Itata a las diferentes zonas de riego. Se trata de beneficiar con este recurso a agricultores que pertenezcan a PRODESAL, cuya ubicación relativa se aprecia en la Figura 6-2.

Es importante tener presente que se trata de elevaciones haciendo uso de energía solar, por lo que se puede aprovechar esta posibilidad aproximadamente 8 horas al día, lo que implica triplicar la tasa de riego- De acuerdo con el promedio calculado de los 3 meses de mayor demanda, la tasa sería de 2,5 L/s/ha, por lo que los proyectos en su conjunto beneficiarán a unas 38 ha.

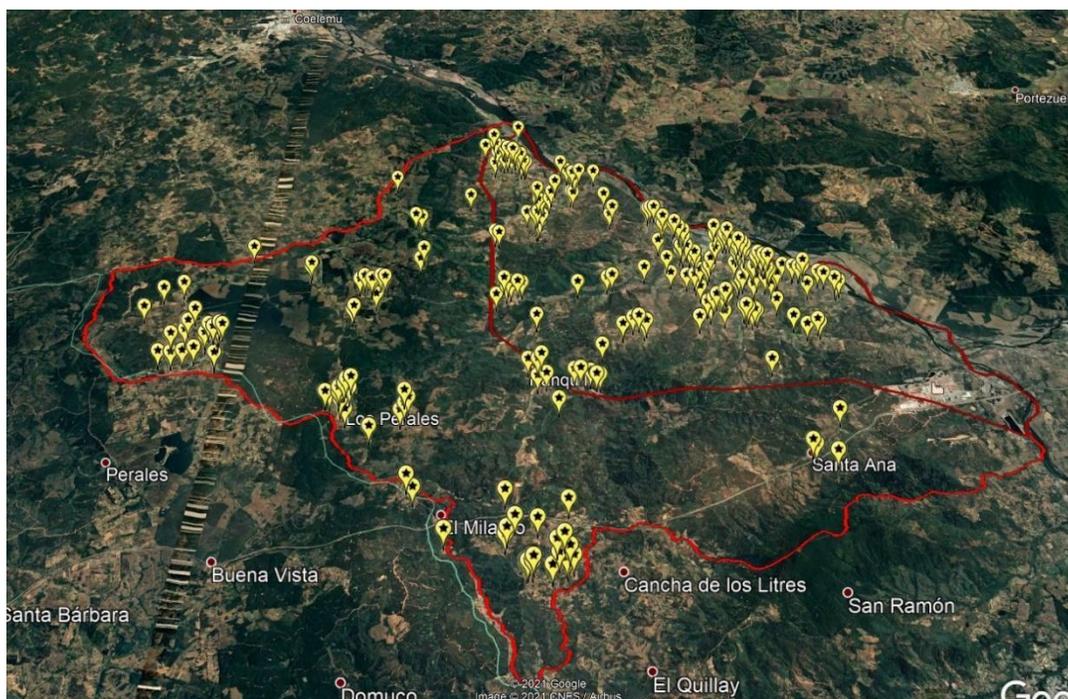


Figura 6-2: Ubicación agricultores PRODESAL en comuna de Ránquil

Fuente: elaboración propia.

Puede ser una o más elevaciones, dependiendo de la ubicación de los potenciales beneficiarios. En general, a orillas del río, éstos se ubican en el entorno de Ñipas y hacia el poniente. No existen beneficiarios Prodesal hacia el oriente, sector de Nueva Aldea.

También, dado que el riego se produce básicamente en primavera verano, podría pensarse en aprovecharlos en invierno, mediante elevación y acumulación en un tranque o estanque. Se requeriría para ello, de disponer de una capacidad útil de regulación del orden de 700.000 m³, lo que aproximadamente podría incrementar el riego seguro en unas 70 hectáreas. No es despreciable, pero tiene su costo de inversión importante en equipos de elevación y en el estanque. Se trataría de un estanque de unos 300 m x 300 m y 8 m de altura.

En la Figura 6-2, se puede observar la ubicación relativa de los agricultores Prodesal, considerada para plantear las diferentes ideas de proyecto. Se generaron así, seis proyectos posibles, para darle uso a los 98 L/s. Las zonas beneficiadas serían todas ribereñas y las alturas de elevación no superan los 15 metros, en total, para los 4 primeros proyectos, ni los 29 metros para el 5 y el 6. Los proyectos, son los siguientes:

- Proyecto 1: Zona extrema poniente de la comuna, zona de riego bajo cota 25. Superficie de riego: 20 ha.
- Proyecto 2: Zona al oriente de Cancha Los Botones, zona de riego bajo cota 25. Superficie de riego: 60 ha.

- Proyecto 3: Zona al poniente de Ñipas, zona de riego bajo cota 25. Superficie de riego: 45 ha.
- Proyecto 4: Zona al oriente de Ñipas, zona de riego bajo cota 25. Superficie de riego: 90 ha.
- Proyecto 5: Extensión del proyecto 2 hasta la cota 40. Superficie de extensión: 100 ha.
- Proyecto 6: Extensión del proyecto 3 hasta la cota 40. Superficie de extensión: 250 ha.

Proyecto 1: Zona ribereña poniente de la comuna, sector de la localidad de Magdalena. Se trataría de una elevación hasta la cota 25, desde la cota 15, es decir, unos 10 m, más las pérdidas e imprevistos, podría considerarse una altura total de elevación de 15 metros. Este proyecto, cuya área de riego sería de 20 hectáreas, requeriría de un canal o tubería de riego de unos 1.400 metros y un estanque de regulación para aprovechar todo el derecho, ubicado en la cabecera de la zona de riego, de dimensiones por definir.

Proyecto 2: Zona ribereña ubicada aguas arriba de Cancha de Los Botones. Se trataría de una elevación hasta la cota 25, desde la cota 15, es decir, unos 10 m, más las pérdidas e imprevistos, podría considerarse una altura total de elevación de 14 metros. Este proyecto, cuya área de riego sería de 60 hectáreas, requeriría de un canal o tubería de riego de unos 2.700 metros y un estanque de regulación para aprovechar todo el derecho, ubicado en la cabecera de la zona de riego, de dimensiones por definir.

Proyecto 3: Zona ribereña ubicada al poniente de Ñipas. Se trataría de una elevación hasta la cota 25, desde la cota 16, es decir, unos 9 m, más las pérdidas e imprevistos, podría considerarse una altura total de elevación de 14 metros. Este proyecto, requeriría de un canal o tubería de riego de unos 3.700 metros y un estanque de regulación para aprovechar todo el derecho, ubicado en la cabecera de la zona de riego, de dimensiones por definir.

Proyecto 4: Zona ribereña ubicada al oriente de Ñipas. Se trataría de una elevación hasta la cota 25, desde la cota 16, es decir, unos 9 m, más las pérdidas e imprevistos, podría considerarse una altura total de elevación de 14 metros. Este proyecto, requeriría de un canal o tubería de riego de unos 3.200 metros y un estanque de regulación para aprovechar todo el derecho, ubicado en la cabecera de la zona de riego, de dimensiones por definir.

Proyecto 5: Corresponde a una extensión del proyecto 2 hacia cotas más altas. Se trataría de una elevación adicional, hasta la cota 40, es decir, unos 15 metros adicionales, lo que da un total de elevación de 30 metros. Este proyecto, requeriría de un canal o tubería de riego de unos 8 km, adicionales a los 2.700 m del proyecto 2, y un estanque de regulación para aprovechar todo el derecho, ubicado en la cabecera de la zona de riego, de dimensiones por definir.

Proyecto 6: Corresponde a una extensión del proyecto 3 hacia cotas más altas. Se trataría de una elevación adicional, hasta la cota 40, es decir, unos 15 metros adicionales, lo que da un total de elevación de 29 metros. Este proyecto, requeriría de un canal o tubería de riego de unos 20 km,

adicionales a los 3.700 m del proyecto 3, y un estanque de regulación para aprovechar todo el derecho, ubicado en la cabecera de la zona de riego, de dimensiones por definir.

En resumen, se ha identificado proyectos para una superficie potencial total de 565 ha, pero se debe postular al menos 2 proyectos para regar en conjunto no más de unas 38 ha. En consideración a esto, se ha optado por seleccionar los 3 proyectos siguientes, que se desarrollan a nivel de diseño preliminar y se evalúan económicamente más adelante:

- El Galpón y Otros, beneficiaría a 14,8 ha correspondientes a 8 predios (1,85 ha/predio).
- El Barco y Otros, beneficiaría 14,64 ha correspondientes a 26 predios (0,56 ha/predio).
- Cementerio y Otros, beneficiaría a 24 ha, correspondientes a 34 predios (0,70 ha/predio).

El Galpón es una adecuación del Proyecto 2, El Barco es una adecuación del Proyecto 3 y Cementerio es una adecuación del Proyecto 4. Se observa que, entre Cementerio y uno de los otros dos, se llega a las 38 ha. Pueden en todo caso, postularse los 3 con una superficie algo menor para cada uno. En Figura 6-3, se presenta las tres alternativas de proyectos seleccionados.

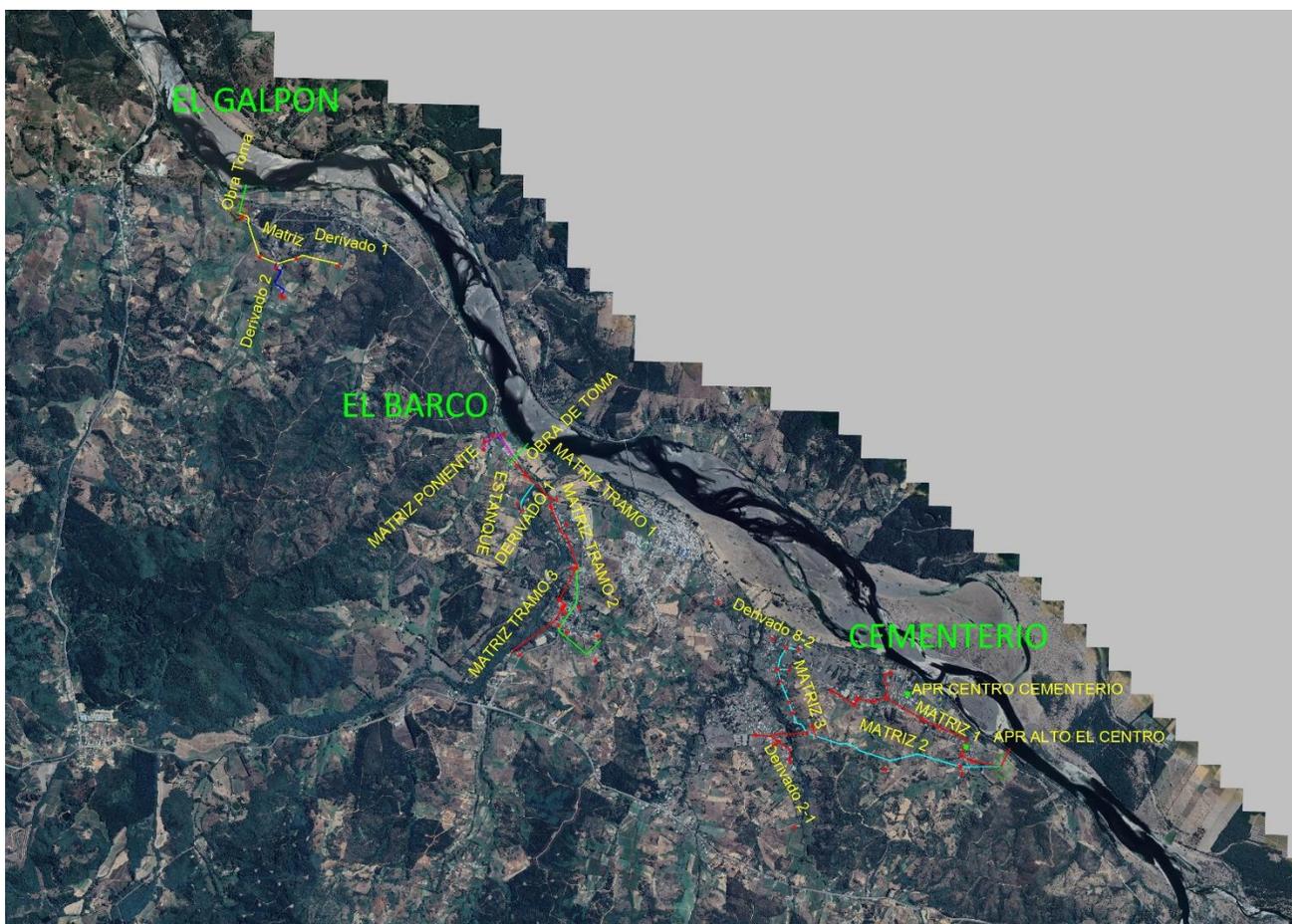


Figura 6-3: Ubicación proyectos de impulsión seleccionados para análisis.

Fuente: elaboración propia.

Como se dijo, las captaciones de invierno para almacenar en un estanque se dejan para una segunda etapa. También, se deja para una segunda etapa el análisis de complementar la energía solar con energía eléctrica de la ciudad, cuya empresa se ubica en Chillán y hay que solicitar factibilidad de entrega. Podría ser que los resultados económicos que se obtengan, la justifiquen, aunque la idea es en principio que los agricultores no tengan ese gasto.

6.3.2. Alternativas para Sitios Posibles de Embalses

El gran embalse propuesto desde hace muchos años, incluso con derechos de agua constituidos y en manos del MOP, y una buena parte de las prospecciones de los terrenos de fundación realizadas, es el embalse Ránquil. Este embalse fue descartado ya en dos oportunidades, en una por quedar sin prioridad frente a otros y en otra por no resultar rentable.

Es cierto que la rentabilidad es un factor importantísimo para la decisión de construir un embalse, pero no es la única herramienta de decisión. Además, la situación de técnicas productivas y precios de los cultivos ha variado en los últimos años, lo que ha motivado su incorporación al presente análisis.

Como se mencionó, se definieron en principio más de 60 alternativas, y se produjo un primer descarte para llegar a una lista de las 18 mejores. Estas fueron analizadas considerando varios factores, entre los cuales se citan:

- Volumen total de acumulación, o tamaño del proyecto
- Área de la cuenca y disponibilidad de recurso hídrico
- Relación agua/muro
- Qué tipo de terrenos se inundan con el lago, o área de inundación
- Beneficiarios: A cuántos y quiénes se beneficia
- Distancia a las superficies de riego
- Riego gravitacional o, en su defecto, elevación requerida
- Interés de los potenciales beneficiarios
- Área potencial de riego
- Inexistencia de problemas ambientales serios e irreversibles

En consecuencia, se decidió investigar en toda el área de la comuna de Ránquil, la existencia de sitios posibles de postular, sobre la base de la cartografía LIDAR recientemente realizada. El proceso para la identificación de los sitios y posterior selección, fue el siguiente: La base de los estudios, fue el levantamiento LIDAR efectuado, que entregó curvas de nivel cada 1 m en toda el área de la comuna. En primera instancia, se fueron marcando los sitios que, a simple vista, parecían ser angosturas aptas para construir un muro. Se marcaron más de 70 sitios. A continuación, haciendo uso del software Civil, en los diferentes sitios se fue determinando, para cada altura, metro a metro, la longitud de muro requerida y el área de inundación que se producía. De esta forma, se pudo observar que, en varios sitios, el agua se salía para alturas muy pequeñas, es decir, no había una cuenca apropiada para el almacenaje. Además, se descartaron aquellos que mostraban una longitud de muro superior a $1/3$ de la longitud del lago. Este criterio, permitió seleccionar 32 sitios, a los cuales se les calculó la curva de embalse, Anexo 6-1.

Posteriormente, de los 32, se descartaron todos aquellos que mostraban problemas de baja capacidad, inexistencia de beneficiarios Prodesal, problemas de interferencias, ya sea con casas, o con un buen porcentaje de área cultivada dentro del área de inundación, o con infraestructura importante. Quedaron 18 sitios seleccionados, que se muestran en la Figura 6-4 siguiente.

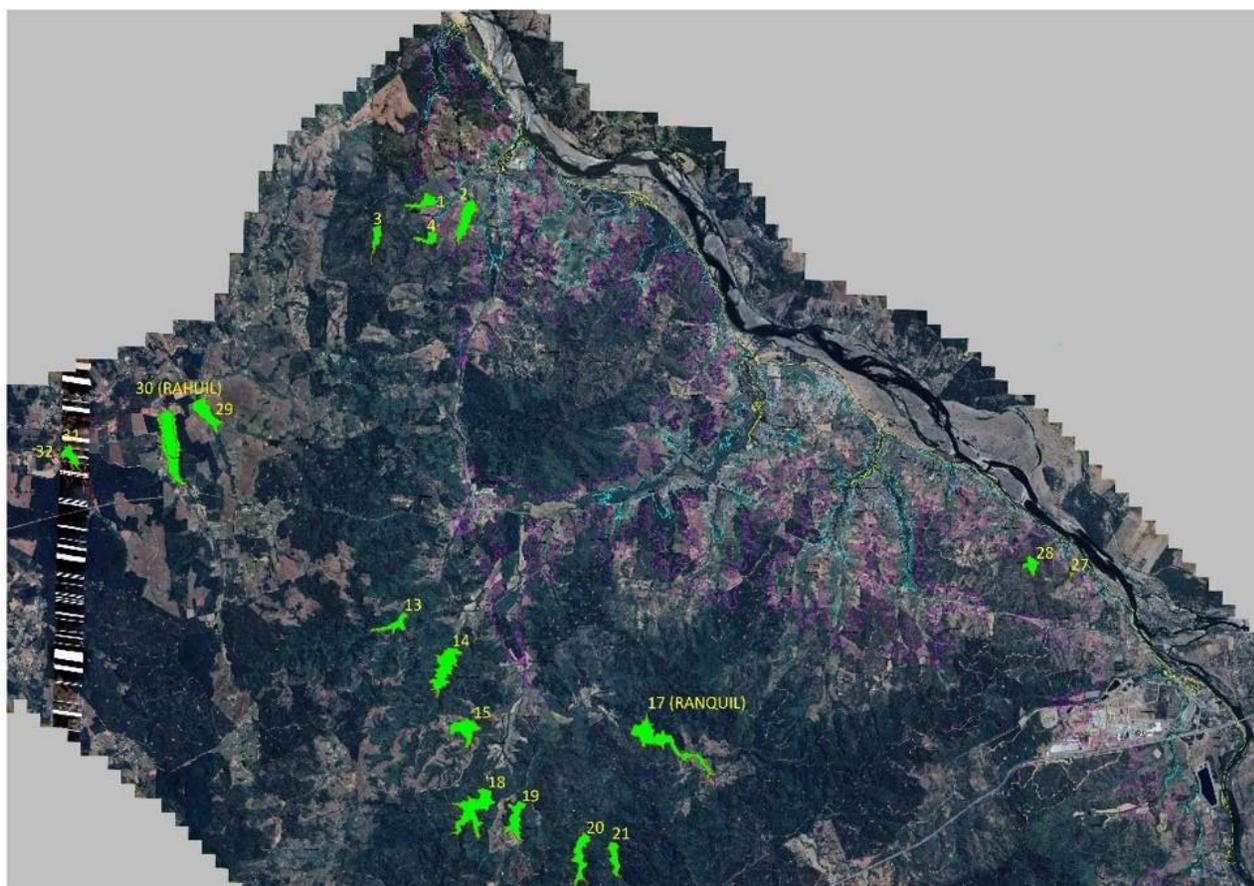


Figura 6-4: Superficies de inundación para 18 sitios de embalse preseleccionados

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura anterior, se puede apreciar que todas las cuencas de las diferentes quebradas caen en dirección al río Itata, con excepción de la del extremo poniente, sector de Rahuil y Rahuil Bajo. Esta es la zona alta de la cuenca, con sus valles a cotas superiores a los 250 msnm y hacia ella caen las aguas de los 4 sitios identificados con los números 29, 30, 31 y 32. Todas las demás alternativas, almacenan aguas de cuencas que caen hacia el río Itata.

En Anexo 6-1, se incluyen las curvas de embalse calculadas para los 32 sitios seleccionados en primera instancia. Estas curvas se determinan en una planilla Excel con fórmulas que parten de dos datos básicos longitud de muro y área inundada para cada metro de altura de presa. Se aplicó para efectos del cálculo de la razón agua/muro, taludes de $H/V = 2/1$ por aguas arriba y $H/V = 1,5/1$ por aguas abajo, con ancho de coronamiento de acuerdo a las recomendaciones del Bureau of Reclamation. Con esto, es muy probable que en el diseño definitivo se puedan ajustar algunas dimensiones, de manera de disminuir los costos.

A continuación, se efectúa un análisis de los diferentes factores mencionados como incidentes en la selección de las alternativas.

Aqua Disponible y Volumen Máximo de las Alternativas.

En la comuna, no se cuenta con estaciones fluviométricas para efectuar un análisis estadístico de las escorrentías. Tampoco en cuencas vecinas con similares características. Por lo tanto, el recurso de agua disponible deberá calcularse sobre la base del uso de relaciones precipitación-escorrentía, para lo cual sí se cuenta con registros pluviométricos apropiados.

En el Estudio de Prefactibilidad para el proyecto “Construcción Embalses Estacionales de Secano, Provincia de Ñuble”, realizado por la Comisión Nacional de Riego el año 2014, se definió un caudal específico promedio de 0,0321 m³/s/km² para toda la cuenca del río Itata. Este valor es muy grueso para los fines perseguidos, pero es útil como referencia.

De las estadísticas recopiladas, se tomó como precipitación media para el área del estudio, un valor de 1.164 mm/año. Si se aplica la Fórmula de Grunsky, resulta una escorrentía total anual de 0,544 m, la que baja a 0,461 m si se toman solo los meses de mayo a octubre. La Fórmula de Grunsky es la más conservadora entre las típicas más usadas en la zona, porque por la magnitud de las precipitaciones, la Fórmula de Peñuelas arroja un valor mayor.

En consecuencia, se usará la Fórmula de Grunsky para evaluar los recursos disponibles para cada embalse, cuyo resultado de mayo a octubre equivale a un caudal específico de 0,015 m³/s/km², o sea, la mitad del sugerido en el estudio de 2014 para la cuenca del Itata. Entonces, el Cuadro 6-1 entrega las áreas de las cuencas y el recurso medio disponible de cada alternativa.

Se ha agregado también en este Cuadro, para fines de verificar que existe capacidad para almacenar el recurso medio, 3 columnas, una con la cota máxima, otra con la altura de la presa y la tercera con el volumen correspondiente según la curva de embalse. La cota y correspondiente altura, se determinaron como máximas después de una revisión en Google Earth que no producían inundación de casas.

Cuadro 6-1: Áreas de las cuencas, volumen medio disponible y volumen máximo físico de las alternativas

Alternativa	Área Cuenca	Volumen Medio Disponible	Cota Muro (*)	Altura Muro (*)	Volumen Máximo (*) Embalse
	(km ²)	(m ³ /año)	(msnm)	(m)	(m ³)
1	0,42	193.620	65	25	729.333
2	0,89	410.290	40	4	64.747
3	2,56	1.180.160	107	15	269.221
4	0,74	341.140	72	24	510.819
13	6,56	3.024.160	115	14	331.934
14	2,8	1.290.800	110	33	3.276.085
15	1,18	543.980	99	18	549.659
17	14,94	6.887.340	116	40	3.794.936
18	3,4	1.567.400	134	48	4.970.989

Cuadro 6-1: Áreas de las cuencas, volumen medio disponible y volumen máximo físico de las alternativas

Alternativa	Área Cuenca	Volumen Medio Disponible	Cota Muro (*)	Altura Muro (*)	Volumen Máximo (*) Embalse
	(km ²)	(m ³ /año)	(msnm)	(m)	(m ³)
19	1,44	663.840	136	26	1.130.999
20	2,63	1.212.430	119	22	1.116.310
21	3,25	1.498.250	113	19	689.988
27	0,75	345.617	60	9	25.451
28	0,43	200.097	37	15	359.493
29	2,21	1.018.810	254	10	546.022
30	7,33	3.379.130	30	8	1.248.051
31	3,84	1.770.240	234	6	181.516
32	20,11	9.272.458	241	14	5.004.504

(*): valores máximos sin inundar casas
Fuente: Elaboración propia.

Se observa del Cuadro anterior, que hay sitios que pueden almacenar bastante más recurso del que tienen disponible, como la alternativa 1, por ejemplo. Otros, tienen agua de sobra para llenarse con el recurso medio, por ejemplo, las alternativas 2, 3, 13, 17, 21, 27, 29, 30, 31, 32.

Relación agua/muro

La relación agua/muro corresponde a definir cuántos m³ de agua es posible acumular si se construye 1 m³ de muro. Es un índice muy utilizado en la ingeniería de presas para estimar preliminarmente la rentabilidad del proyecto.

Sin embargo, es necesario tener presente que no se trata de un índice exacto, porque es necesario tener presente al momento de efectuar su cálculo o estimación, de qué tipo de presa se trata, de las características de la fundación en el fondo y en los estribos, etc. Debe ser considerado solamente como una aproximación, o referencia.

En el Cuadro 6-2, se entregan las características físicas de la presa, que permiten calcular finalmente la relación agua/muro de cada alternativa. Se utilizó para ello la cartografía del vuelo LIDAR y mediante el software Civil, se obtuvieron las curvas de embalse y las relaciones agua/muro. Esta relación no es única para cada alternativa, por cuanto depende del tamaño de la obra. Las relaciones indicadas en el Cuadro corresponden a la altura máxima de cada alternativa. Por lo general, la relación agua muro sube en la medida que la capacidad de la presa aumenta, pero no siempre es así.

Cuadro 6-2: Características físicas de las alternativas y relación agua/muro

Alternativa	Cota Muro (*)	Altura Muro (*)	Volumen Máximo (*) Embalse	Superficie de Inundación	Largo Muro	Ancho Coron.	Volumen Muro	Razón agua/muro
	(msnm)	(m)	(m3)	(ha)	(m)	(m)	(m3)	
1	65	25	729.333	7,05	164,57	9	242.741	3
2	40	4	64.747	3,21	109,1	4	5.237	12
3	107	15	269.221	5,38	166,49	7	92.402	3
4	72	24	510.819	4,99	204,36	8	274.660	2
13	115	14	331.934	7,53	63,1	6	30.036	11
14	110	33	3.276.085	21,28	203,66	10	510.779	6
15	99	18	549.659	7,94	170,52	7	131.982	4
17	116	40	3.794.936	27,86	195,73	12	720.286	5
18	134	48	4.970.989	26,2	188,6	13	986.755	5
19	136	26	1.130.999	12,22	165,84	9	263.022	4
20	119	22	1.116.310	13,34	161,16	8	184.367	6
21	113	19	689.988	7,72	122,06	7	104.361	7
27	60	9	25.451	0,68	103,95	5	21.518	1
28	37	15	359.493	5,37	202,37	7	112.315	3
29	254	10	546.022	13,17	266,69	6	69.339	8
30	252	8	1.248.051	32,35	225,17	5	37.829	33
31	234	6	181.516	6,4	193,27	5	19.714	9
32	241	14	5.004.504	101,62	181,67	6	86.475	58

(*) : valores máximos sin inundar casas

Fuente: Elaboración propia.

Del Cuadro anterior, se deduce que hay 4 alternativas con buena relación agua/muro, sobre 10, lo que no significa que el resto sea descartable. Se podría considerar, en principio, que aquellas relaciones inferiores a 4 son deficientes y descartables. Las intermedias deben analizarse con mayor detalle, por cuanto su rentabilidad no depende solamente de la relación agua/muro.

- **Beneficiarios.**

El ideal con respecto a este tema, es que los potenciales beneficiarios ya sean productores agrícolas, en cuyo caso los pertenecientes a PRODESAL podrían considerarse como prioritarios. Además, hay sectores que pertenecen a un solo gran propietario, que se dedica a otros rubros y no debiera ser considerado. El tema depende bastante también, del interés de la gente por regar, lo cual debe ser aún investigado.

- Área de inundación

Este tema es importante, por lo que se descartaron alturas de presa que inunden casas y también se descartarán alternativas que inunden terrenos agrícolas en forma importante. La inundación de caminos es algo que también se produce en algunos casos, pero son de tierra y todos tienen la alternativa de construir un by pass al área inundada. No es un factor determinante.

Lo que sí se observa, es que una gran mayoría inundaría sectores forestales, pero por lo que se logró averiguar, según información de actores claves del territorio, la empresa forestal tiene siempre la disposición de colaborar con la comunidad y, estaría dispuesta a negociar eventualmente sus terrenos.

- Distancia a las superficies de riego.

Este factor, si bien es importante, no es un índice mayormente comparativo, porque al final lo que cuenta es la inversión total que significa cada proyecto. Sin embargo, si una alternativa llega a una zona con un canal de 3 km, por ejemplo, ante la similitud de otros factores va a ser preferible frente a otra que requiere de un canal de 20 km para llegar a la misma zona de riego.

Por lo tanto, es un índice a considerar para ciertos fines comparativos, pero en absoluto para pronunciarse sobre la conveniencia, o no, de cada proyecto.

- Riego gravitacional, o elevación.

Este factor es importante, por cuanto siempre va a ser preferible una alternativa que llegue gravitacionalmente a una zona, frente a otra. Además, ya se ha definido que es difícil postular proyectos que requieran de grandes elevaciones, salvo que se trate de cultivos muy rentables, como por ejemplo los paltos. Sin embargo, en principio, debieran descartarse aquellos proyectos que signifiquen una altura de elevación superior a unos 100 metros.

Las 18 alternativas de embalses definidas, pueden clasificarse en general, en 4 grupos:

- Grupo 1: Alternativas 1, 2, 3 y 4: benefician gravitacionalmente a agricultores ubicados en la zona norponiente de la comuna, y con elevación a otros potenciales beneficiarios ubicados más arriba
- Grupo 2: Alternativas 27 y 28: Fueron definidas, en principio, como un complemento para regar la zona baja y, eventualmente regular derechos permanentes. Se ubican, estratégicamente en la cabecera de la zona de riego potencial con los derechos permanentes.
- Grupo 3: Alternativas 29, 30, 31 y 32: Se definieron para regar la zona alta de la comuna, principalmente Rahuil y Rahuil Bajo.

- Grupo 4: Es el grupo más extenso, ubicado más o menos en el centro de la comuna, pueden regar gravitacionalmente bajo la cota 70 sin problemas, lo que cubre prácticamente toda la zona central de la comuna.

Con los criterios expuestos, quedarían sin riego regulado por las alternativas, los sectores Los Perales (cota310), El Milagro (cota236) y Laurel (cota 250), ya que sin considerar las alternativas del Grupo 3, la mayor cota de entrega sería del orden de 115 (alternativa 19). Se considera que se trataría de una elevación poco atractiva.

- Interés de los potenciales beneficiarios.

Obviamente, este es un índice definitivo para descartar alguna alternativa, porque si los potenciales beneficiarios no desean el proyecto, no se les puede imponer. Pero, nada se puede decir por el momento acerca de este tema, sólo suponer que las mejores alternativas que se prioricen serán del interés de los potenciales beneficiarios. Pero, es importante disponer de alternativas de recambio para el caso que en alguna de las seleccionadas los beneficiarios no estén interesados.

- Área potencial de riego.

Este es un factor importante a considerar en la elección de una alternativa. Desde el punto de vista de este factor, el proyecto de mayor tamaño será el más interesante.

- Inexistencia de problemas ambientales serios e irreversibles.

Este factor es definitivamente determinante acerca de la factibilidad de una alternativa. Afortunadamente, no habría problemas de este tipo en las 18 alternativas definidas, salvo dos de ellas, que serán descartadas de inmediato en el análisis que se realiza a continuación para efectuar la priorización.

6.3.2. Análisis y priorización de las alternativas

En primer lugar, se descartarán las alternativas 4 y 32, porque presentan un problema serio de inundación de terrenos agrícolas en producción. También, se descartarán aquellas alternativas con relación agua/muro de 2 e inferiores, lo que deja fuera de carrera también a la 27.

- Análisis Grupo 1.

Entre las alternativas 1, 3 y 4, se tiene el problema que, la 1 no tiene agua para llenarse, pero sí la tiene la 3 que, al revés de la 1, tiene bastante agua, pero no volumen suficiente para almacenarla. Como la alternativa 3 se ubica más alto que la 1, podría pensarse en una alternativa mixta: Construir ambas y trasvasar de la 3 a la 1 para aprovechar ambas capacidades. Ambas alternativas tienen una relación agua muro de 3, lo que no es atractivo, pero si se trata de llegar sí o sí a esta zona de riego, quizás sean la mejor alternativa. La alternativa 4 tiene relación agua/muro de 2, por lo que se descarta frente a las otras dos definitivamente.

En definitiva, del grupo 1 se selecciona una posible construcción de las alternativas 1 y 3, para el riego de toda la zona nor poniente. Desde la alternativa 1, se podría llegar gravitacionalmente a todos los ubicados bajo la cota 45, aproximadamente, y desde la 3 al resto, gravitacionalmente bajo cota 95 aprox. Entre ambas, se podría regar en forma segura unas 100 hectáreas, que se sumarían a las 20 con riego con derechos permanentes para esta zona.

- Análisis Grupo 2.

Para el grupo 2, está descartada la alternativa 27, por su relación agua/muro igual a 1. La alternativa 28, tiene una relación agua/muro baja, 3, y poca agua en su cuenca. Podría pensarse en su uso para regular derechos permanentes, o eventuales, pero se ubica muy lejana a las zonas de riego PRODESAL y, además, se ubica a una cota baja: las obras de entrega no estarían en una cota superior a la 25. No se descarta, pero su prioridad será baja, porque además no posee un gran volumen de regulación.

- Análisis Grupo 3

Para este grupo, se selecciona sin mayor análisis la alternativa 30, por cuanto tiene lejos la mejor relación agua/muro entre las 16 alternativas, tiene buena cantidad de recursos, se ubica en una cota alta, que le permite llegar a Rahuil, y posee la mayor capacidad entre las 3. Si fuese insuficiente, podría complementarse con la 29. La 31 queda descartada frente a las anteriores, básicamente por ubicarse a una altura bastante menor, que no le permite llegar a Rahuil. Además, su capacidad es muy baja.

- Análisis Grupo 4

Todas las alternativas de este grupo, pueden regar gravitacionalmente sobre la cota 90 aprox., con la sola excepción de la 14, la 15 y la 17, que pueden regar gravitacionalmente de la cota 80 hacia abajo, aproximadamente.

En este grupo, se encuentra la alternativa analizada en varios estudios anteriores como la solución para la comuna, el embalse Ránquil, que corresponde a la alternativa 17. Si bien presenta una relación agua/muro de 5 para su capacidad máxima, para capacidades menores la relación aumenta en forma importante, por ejemplo, para una capacidad de 500.000 m³, la relación agua/muro sube a 8. Además, esta alternativa es por lejos la que dispone del mayor recurso de agua entre todas las alternativas.

El resto de las alternativas, presenta características disímiles. Por ejemplo, la 13 tiene la mejor relación agua/muro, y gran cantidad de agua en su cuenca, pero solo puede almacenar 330.000 m³, frente al resto, que puede almacenar sobre 1 millón de m³. Esto la dejaría fuera de prioridad frente al resto.

Entre la 14 y la 15, se descarta la 15, porque llegan aproximadamente a las mismas zonas y la 14 tiene más capacidad, más agua y mayor relación agua/muro. La única ventaja de la 15, sería una menor superficie a expropiar, pero este factor no es tan relevante frente al resto.

Entre la 18 y la 19, presenta mayores ventajas la 18: Mayor relación agua/muro, mayor capacidad, más recurso de agua disponible. Finalmente, entre la 20 y la 21, pareciera ser más rentable la

21, por su mayor relación agua/muro y su mayor cantidad de recurso disponible. Solo presenta una capacidad menor que la 20, pero a la vez esto significa una mayor probabilidad de llenarse frecuentemente, por la relación volumen de agua disponible vs capacidad.

- Priorización

De acuerdo con los criterios expuestos, este Consultor recomienda el siguiente orden de priorización.

1.- Alternativa 17 (embalse Ránquil)

2.- Alternativa 30 (para Rahuil)

3.- Alternativa 14

4.- Alternativa 21

5.- Alternativas 1 y 3

6.- Alternativa 18.

El resto de las alternativas, quedaría en segundo y tercer plano de prioridades, y entrarían a competir sólo en caso de detectarse problemas mayores para la materialización de alguna de las 5 priorizadas. La Figura 6-5, muestra las 6 alternativas seleccionadas-

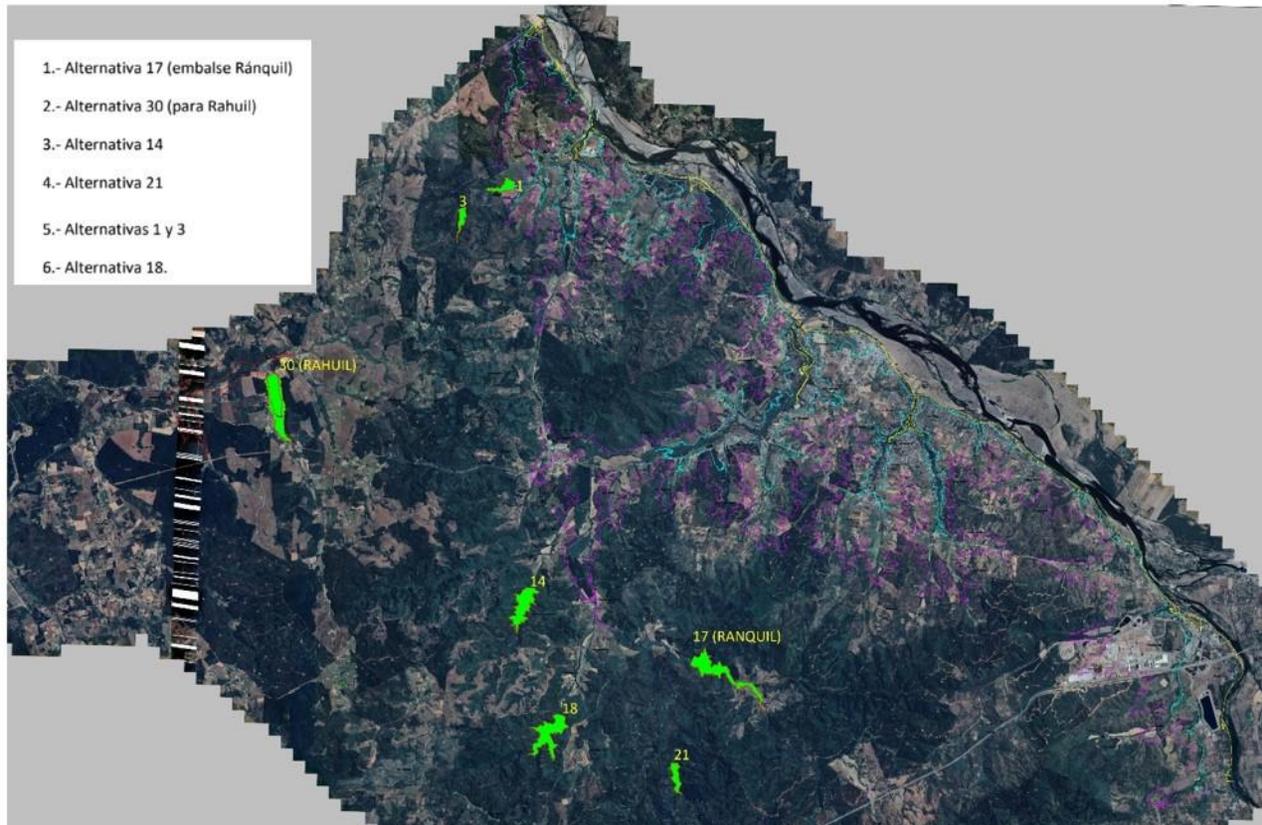


Figura 6-5: Ubicación de 6 alternativas de embalses seleccionadas

Fuente: Elaboración propia.

- Proposición de 2 alternativas

De acuerdo con lo expuesto precedentemente, las dos mejores alternativas de embalse, a juicio de este Consultor, corresponden a las signadas con los números 17, embalse Ránquil, y 30, embalse Rahuil, básicamente por las siguientes razones:

Embalse Ránquil: posee la mayor cantidad de recursos, se ubica en una angostura apropiada, sólo inundaría plantaciones forestales, es posible llegar desde él a una gran cantidad de agricultores, incluso de la zona 1, tiene los derechos de agua constituidos y tiene adelantada una buena cantidad de prospecciones.

Embalse Rahuil: tiene por lejos la mejor relación agua/muro, y va a regar una zona a la que no llega el resto, pudiendo abastecer a los agricultores de Rahuil y Rahuil Bajo.

A continuación, se presentan las características principales de estos embalses. Mayores detalles, en los capítulos de diseño y evaluación.

Proyecto 1.- Embalse Ránquil

Coordenadas WGS84: E 716.946; N 5.940.034

Cota fondo: 108 msnm

Capacidad: 3.800.000 m³ (es posible llegar a más)

Altura Muro: 42 m

Área de Inundación 28 ha

Longitud Coronamiento: 280 m

Volumen de muro (en tierra): 720.000 m³

Relación agua/muro: 5,3

Superficie de riego: 500 ha

Proyecto 2.- Embalse Rahuil

Coordenadas WGS84: E 708.565; N 5.945.708

Cota fondo 246 msnm

Capacidad: 1.250.000 m³

Altura Muro: 10 m

Área de Inundación 32 ha.

Longitud Coronamiento: 225 m

Volumen de muro (en tierra): 38.000 m³

Relación agua/muro: 32,9

Superficie de riego: 167 ha.

7. DISEÑO Y ESTIMACIÓN DE COSTOS DE PROYECTOS A NIVEL DE PERFIL

7.1. Introducción

El presente capítulo, se refiere al diseño de las obras, que corresponden a tres proyectos para riego con recursos del río Itata, mediante elevación mecánica en base a energía solar, y dos proyectos de riego para la zona interior, correspondientes a recursos propios de las cuencas regulados por embalses. Se agregó un tercer proyecto de impulsión desde el río Itata y dos proyectos de embalse adicionales a los embalses Ránquil y Rahuil, que podrían desarrollarse de acuerdo con los criterios de la CNR.

Los proyectos deben estar dirigidos, con primera prioridad, a los agricultores inscritos en PRODESAL, para lo cual se cuenta con una lista de 389 predios, con una superficie total de 1.736 ha, de las cuales solo una parte puede ser regada. En Anexo 7-1, se adjunta esta lista. En Anexo 7.1-1, se agregó la lista recientemente actualizada, que incluye 459 roles en total. Es decir, a nivel de diseño definitivo habrá que revisar los beneficiarios de cada proyecto, en especial los de los embalses, ya que se verificó que pueden regar una superficie mayor a la definida con la primera lista.

7.2. Antecedentes

La I. Municipalidad de Ránquil, fue adjudicataria de 100 L/s de recursos de agua de ejercicio consuntivo, de carácter permanente y continuo del río Itata, en un punto ubicado cercano a la localidad de Nueva Aldea. De estos recursos, según se tiene conocimiento, ya ha sido entregado para uso una cantidad de derechos de agua que, de acuerdo a antecedentes consultados en la DGA disminuirían el monto a 98 L/s, lo que sumado a otros traspasos (no registrados en DGA) podría disminuir aún más el derecho de agua disponible por la municipalidad (a 91 L/s). Para efecto de este estudio, se ha considerado un caudal de 98 L/s disponible por la municipalidad, considerando el registro oficial de la DGA.

Con respecto a las obras de embalse, el embalse Ránquil ya posee un volumen de derechos de agua eventual, de uso consuntivo y continuo, por una cantidad del orden de 7 millones de m³ al año, que se encuentra en poder de la Dirección de Obras Hidráulicas. Cualquiera otra alternativa debe solicitar el correspondiente derecho eventual.

7.3. Información Básica

7.3.1. Topografía

La información básica que requieren los proyectos, comienza por la topografía, para lo cual se cuenta con un levantamiento LIDAR de toda la comuna, con curvas de nivel cada 1 metro, ya entregado en etapas anteriores.

7.3.2. Tasas de Riego.

Las tasas de riego, fueron determinadas por los estudios agronómicos, y corresponden a las que se entregan en Cuadro 7-1 siguiente.

Cuadro 7-1: Tasas de riego a utilizar en el estudio

MES	ZONA RIBEREÑA		ZONA INTERIOR	
	TASA (m ³ /ha)	TASA (L/S)	TASA (m ³ /ha)	TASA (L/S)
Abril	207	0,08	287	0,111
Mayo	68	0,025	129	0,048
Junio	30	0,011	56	0,022
Julio	29	0,011	54	0,02
Agosto	43	0,016	81	0,03
Septiembre	111	0,043	182	0,07
Octubre	561	0,209	573	0,214
Noviembre	1.199	0,463	1.197	0,462
Diciembre	2.013	0,751	2.050	0,766
Enero	2.420	0,903	2.587	0,966
Febrero	1.715	0,709	1.858	0,768
Marzo	948	0,354	1.006	0,376
TOTAL	9.343		10.061	

Fuente Elaboración propia.

Para fines de la prefactibilidad, se trabajará con la tasa promedio de los 3 meses de demanda máxima en la zona interior, y se multiplicará por 3, dado que se eleva con energía solar solamente 8 horas al día, en promedio. Es decir, la tasa será de 2,5 L/s/ha. Diferente es el caso del embalse Ránquil, que riega todo gravitacionalmente, por lo que puede funcionar las 24 horas. Se usará, en consecuencia, la tasa mensual en m³/ha indicada para la zona interior. Queda así una pequeña holgura para aquellos predios de la zona ribereña. Las tuberías de Ránquil, se diseñarán con la tasa de máxima de riego mensual, que es de 0,966 L/s/ha, se aproximará a 1 L/s/ha.

7.3.3. Tasas de Evaporación

Las tasas de evaporación, se requieren para calcular la evaporación desde la superficie del lago de cada embalse. Se obtuvieron del Mapa Agroclimático de Chile, y son las que se presentan en Cuadro 7-2.

Cuadro 7-2: Tasas de evaporación

Mes	mm
Abril	114
Mayo	82
Junio	59
Julio	56
Agosto	59
Septiembre	82
Octubre	114
Noviembre	146
Diciembre	164
Enero	178
Febrero	170
Marzo	146
TOTAL	1371

Fuente: Elaboración propia.

7.3.4. Caudales Mensuales en las Cuencas

Con respecto a los proyectos de elevación, se supondrá para efectos del diseño, que el río cuenta con los 98 L/s en todos los meses.

Para los efectos de los proyectos de embalse, se debe calcular el recurso, ya que la comuna no cuenta con estadísticas fluviométricas adecuadas en las quebradas. Para ello, se utilizará la Fórmula de Grunsky, de amplio uso y aceptación a nivel internacional, y que resultó ser más conservadora que otras fórmulas empíricas disponibles, como la de Peñuelas, por ejemplo.

La Fórmula de Grunsky dice que la escorrentía anual se determina mediante la expresión:

$Esc (m) = 0,4 * P^2$ para precipitaciones menores o iguales a 1,25 m al año

$Esc (m) = 0,625 + P - 1,25$ para precipitaciones superiores a 1,25 m al año

Por lo tanto, el input básico corresponde a la precipitación. Para ello, se obtuvieron las precipitaciones de las estaciones más cercanas controladas por la DGA, Nueva Aldea y Rafael, y se completaron para 30 años. Luego, mediante metodología de los Polígonos de Thiessen, se determinaron las precipitaciones en las cuencas de interés, que en este caso fueron las de Ránquil, Rahuil, Batuco Alto y Batuco Bajo. Con estos últimos dos nombres, fueron denominadas las cuencas afluentes a los embalses 3 y 1, respectivamente, que son los que se consideraron para el regadío de la zona de Batuco.

Las estadísticas de precipitaciones en Nueva Aldea y Rafael se incluyen en Anexo 7-2, en tanto que las generadas en las Cuencas de Ránquil, Rahuil y Batuco, se entregan en Anexo 7-3 (se consideró la misma para Batuco Alto y Batuco Bajo).

Para generar los caudales, se requiere conocer las áreas de las cuencas aportantes, que son las siguientes:

Ránquil	14,94 km ²
Rahuil	7,33 km ²
Batuco Alto	2,56 km ²
Batuco Bajo	0,42 km ²

Con la información anterior y la aplicación de la Fórmula de Grunsky, se obtuvieron los caudales anuales y mensuales, que se entregan en Anexo 7-4 para Ránquil, Anexo 7-5 para Rahuil, Anexo 7-6 para Batuco Alto y Anexo 7-7 para Batuco Bajo.

7.3.5. Curvas de Embalse

La determinación de las curvas de embalse, corresponde al cálculo de los volúmenes embalsados para diferentes alturas de embalse, lo que permite determinar otros parámetros útiles, como la relación agua/muro, las superficies inundadas y las cubicaciones de la presa, todo para cada altura de presa. En Anexo 7-8, se entregan las curvas de embalse calculadas para las 7 alternativas seleccionadas en primera instancia, entre 32 sitios posibles, a partir de la topografía.

Se aprecia allí, que el sitio de Ránquil presenta una relación agua/muro de 11, en tanto que Rahuil tiene una relación de 43. Las presas de Batuco Alto y Bajo tienen una relación agua/muro de 3, bastante menor que las otras, pero se decidió analizarlas porque son las indicadas por cercanía, para regar la zona de Batuco gravitacionalmente.

7.3.6. Volumen Muerto

El volumen muerto, que corresponde al volumen que debería dejar la presa disponible para atrapar los sedimentos y sólidos de fondo que acarrea el río, es un parámetro bastante difícil de estimar en forma precisa, por cuanto influyen en él variados factores difíciles de cuantificar para cada caso.

Es usual determinar un volumen muerto para 50 años de vida útil de la presa. En este estudio, se hará uso de las recomendaciones de Walling y Webb, que reportaron un promedio anual de 150 ton/km². A este valor, se le dará un factor de seguridad de 1,5, como mínimo, para absorber las imprecisiones del método.

7.4. Diseños

A los de elevación desde el río Itata, se les denominará con el nombre de los Sectores que riegan, los que son “El Galpón y Otros” el primero, “El Barco y Otros” el segundo, ubicado de Ñipas al poniente, y “Centro Cementerio, Uvas Blancas y Otros” el tercero, en tanto que los proyectos de embalses se denominarán “Embalse Ránquil”, “Embalse Rahuil”, “Embalse Batuco Alto” y “Embalse Batuco Bajo”. De estos 7 proyectos, Ránquil, Batuco Alto y Batuco Bajo están concebidos con riego gravitacional. El sitio encontrado para abastecer la zona de Rahuil, requiere de impulsiones, por cuanto se ubica bajo cota de la mayoría de los agricultores. En el caso del embalse Ránquil, varios agricultores, como se verá más adelante, recibirán las aguas con energía suficiente para desarrollar riego tecnificado.

Para todos los proyectos, se calculan los presupuestos tanto a precios privados como sociales, siendo los principales factores para determinar el precio social, los siguientes:

Tuberías y elementos HDPE:	0,98
Excavaciones a mano:	0,71
Excavaciones con máquina:	0,94
Excavaciones abiertas en roca:	0,87
Escarpes:	0,81
Cama de arena:	0,87
Rellenos:	0,71
Hormigones:	0,92
Aceros estructurales:	0,86
Transporte a Botadero:	0,84
Manejo Botadero:	0,84
Moldajes:	0,86
Inyecciones:	0,87
Geomembrana con Geotextil:	0,87

A continuación, se presenta cada uno de los proyectos:

7.4.1. Proyecto Impulsión El Galpón y Otros.

En Cuadro 7-3, se entrega un resumen de las características de esta elevación. El proyecto, beneficia a 7 agricultores del Sector El Galpón, quienes en conjunto poseen una superficie total de 37,1 ha, pero se dimensionó para el tamaño de 14,8 ha.

Cuadro 7-3: Proyecto de elevación El Galpón**OBRA DE TOMA (250 mm)**

KM	COTA	NOMBRE
0	12	TOMA DEL RIO
316	46	ESTANQUE 2X3X2

MATRIZ (250 mm)

M	COTA	NOMBRE
0	46	ESTANQUE 2X3X2
43	43,03	HECTOR MARIO ROJAS FUENTEALBA
569	37,3	LUCIA XIMENA ARAVENA GONZALEZ
744	35,69	DERIVADOS 1 Y 2
0		DERIVADO 1 (100 mm)
236	35,08	RICARDO ENRIQUE BARRIENTOS
686	39,02	BEATRIZ DE LAS NIEVES ROJAS
0		DERIVADO 2 (200 mm)
61	36,29	RAMON ENRIQUE MORAGA
446	37,26	RAUL NAVARRO BARRA
479	40,62	MONICA CARMEN PARRA

Fuente: Elaboración propia.

Como se desprende del Cuadro anterior, la impulsión tiene una longitud de 316 metros y una altura de elevación de 34 metros, suponiendo bomba sumergida 2 m en el río. El caudal de elevación es de 37 L/s. En Figura 7-1 siguiente, se aprecia el proyecto y la zona de riego. La misma Figura se entrega en PDF en Anexo 7-9-1.



Figura 7-1: Proyecto impulsión El Galpón y zona de riego

Fuente: Elaboración propia.

La elevación tiene una longitud de 316 m, y se hará a un pequeño estanque de dimensiones 2 m x 3 m y 2m de altura, desde el cual se entrega a la tubería matriz. Esta última, se ha concebido en presión, de manera que vaya enterrada siguiendo el nivel del terreno. De este modo, lo importante del diseño es que la cota de entrega más la pérdida de carga en el recorrido, sea superior a la cota de cualquier regante.

Del caudal total de derechos, a este proyecto se le asignaron en principio 37 L/s, los que alcanzan para regar 14,8 ha, dado que se eleva solamente durante 8 horas. Se diseñó un canal matriz de 744 m para 3 predios, y dos derivados, uno de 686 m para 2 predios y el otro de 479 m para los otros dos predios. En consideración a los pequeños caudales que involucra este proyecto, a la topografía de la zona y a la importancia de no perder el agua, se ha optado por diseñar todo en tubería de HDPE de alta resistencia, en vez de canal abierto.

Las características de cada regante se incluyen en Anexo 7-9, en donde se aprecia la ubicación, cota, nombre, Rut, rol propiedad, superficie, localidad, tenencia, y otro tipo de información utilizada por PRODESAL.

En Anexo 7-44, y para fines comparativos, se determinan los diámetros para los diferentes tramos y para los 3 proyectos de impulsión, todos en tubería HDPE.

En Anexo 7-10, se incluyen en CAD y PDF los planos del proyecto, en tanto que en ANEXO 7-11, las cubicaciones y presupuesto a precios privados. En Anexo 7-11-1, a precios sociales. El costo total del proyecto alcanza a la cantidad de MM\$289,8 a precios privados y MM\$230,6 a precios sociales. Estos costos, incluyen el del proyecto de elevación de las aguas con energía solar, cuyos detalles se presentan más adelante.

Para mayor seguridad, se considerarán para todos los proyectos, tuberías enterradas y tapadas, y las entregas a cada derivado y a cada agricultor, se realizarán mediante la utilización de cámaras, también enterradas, como la cámara tipo de la Figura 7-2 siguiente:

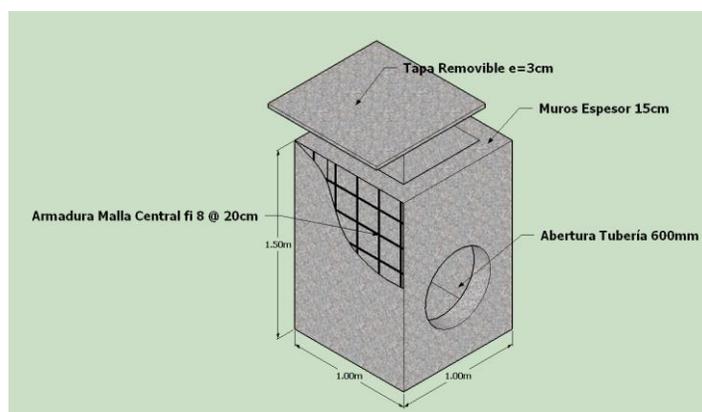


Figura 7-2: Cámara tipo para las entregas de agua (para todos los proyectos)

Se trata de una cámara tipo de hormigón de 1 m de largo, ancho y altura variable según el diámetro de la tubería, considerando que esta última irá apoyada en una cama de arena de 10 cm de espesor y tapada por un relleno de 0,3 m de espesor por sobre la clave de la tubería. La cámara debe ir tapada, de modo de no perder presión. Esta cámara se utilizará tanto para conectar derivados, como para efectuar las entregas a los regantes. Cada vez que haya una entrega a un derivado o a un agricultor, se interrumpe la tubería con una cámara de este tipo, que iría enterrada a profundidades variables según el diámetro de la tuberías entrante y saliente, y tendría la entrega a la tubería saliente, o al agricultor, por uno de los costados a una cota más baja. Si hay entregas en puntos

Al cruzar puntos bajos, la tubería entrará en presión, actuando como sifón, pero no se podrá proyectar entregas en estos casos, salvo situaciones especiales, en que la entrega ya no será mediante una cámara, sino que mediante una obra especial en T con una válvula. Se espera en todo caso, evitar al máximo este tipo de diseños, es decir, no proyectar entregas en los tramos en que la tubería entra en presión. Si se va a entregar en un punto bajo, es mejor proyectar la entrega desde el punto alto más cercano.

Finalmente, de acuerdo con la evaluación económica presentada en Capítulo 10, Cuadro 10-6, el proyecto es rentable a precios sociales, con un VAN de MM\$ 98,4 y una TIR de 7,5%.

7.4.2. Proyecto Impulsión El Barco y Otros

Este proyecto se ubica al poniente de Ñipas, Sector El Barco, y se definió para abastecer a 26 predios, con un total de 14,64 ha. Consta de una impulsión a un estanque de distribución, dos tuberías Matrices, una hacia el poniente y la otra hacia el oriente en 3 tramos y con dos derivados. La elevación tiene una longitud de 246 metros y se efectúa desde el río a la cota 13, a un estanque a la cota 46, según se aprecia en Cuadro 7-4 siguiente.

Cuadro 7-4: Proyecto de elevación El Barco

MATRIZ PONIENTE, L=560, D160

N°	COORD. E	COORD. N	COTA	NOMBRE	SUPERFICIE
					ASIGNADA
198	718.469	5.947.131	37,6	NANCY MARIELA MUÑOZ VALDEBENITO	0,43
244	718.482	5.947.215	37,6	ROSA ESTER BAEZA FUENTES	2,64
245	718.482	5.947.215	37,6	ROSA ESTER BAEZA FUENTES	0,58
246	718.482	5.947.215	37,6	ROSA ESTER BAEZA FUENTES	0,58
241	718.568	5.947.281	37,3	ROSA DEL CARMEN MARDONEZ CONCHA	0,98
183	718.683	5.947.293	20,8	MIGUEL ANGEL MARDONEZ CONCHA	0,44
184	718.683	5.947.293	20,8	MIGUEL ANGEL MARDONEZ CONCHA	0,38
		COTA MAX.:	37,6		6,02

MATRIZ ORIENTE TRAMO 1, L=242, D355

N°	COORD. E	COORD. N	COTA	NOMBRE	SUPERFICIE
					ASIGNADA
149	718.918	5.946.850	35,7	MANUEL ANGEL FICA JIMENEZ	0,40

MATRIZ ORIENTE TRAMO 2, L=1060, D355

N°	COORD. E	COORD. N	COTA	NOMBRE	SUPERFICIE
					ASIGNADA
159	719.197	5.946.508	35,9	MARIA ANGELICA LAGOS FERNANDEZ	0,38
122	719.253	5.946.597	27,9	JUAN SEGUNDO MARIN PEREIRA	0,38
40	719.355	5.946.330	42,1	DANIEL EDUARDO PARDO CARDENAS	0,15

0,91

MATRIZ ORIENTE TRAMO 3, L=1253, D315					SUPERFICIE
N°	COORD. E	COORD. N	COTA	NOMBRE	ASIGNADA
293	719.464	5.945.862	40,5	CARLOS ARMANDO VENEGAS NOVOA	1,18
113	719.464	5.945.862	40,5	JUAN CARLOS VENEGAS NOVOA	0,50
174	719.417	5.945.862	38,9	MARIO ARMANDO MARDONEZ ASTUDILL	0,52
3	718.857	5.944.936	39,3	ADRIANA DEL CARMEN VERA MENDOZA	0,98
212	719.272	5.945.248	38,1	PAMELA AMELIA ASTUDILLO PEREIRA	0,08
256	719.343	5.945.375	38,4	SARA LUISA DEL TRANSITO MORALES	0,58
82	719.307	5.945.415	36,9	JEANNETTE DEL PILAR SEPULVEDA C	0,58
167	719.321	5.945.447	38,0	MARIA MARGARITA GARCIA INOSTROZ	0,98
168	719.321	5.945.447	38,0	MARIA MARGARITA GARCIA INOSTROZ	0,13
173	719.274	5.945.515	32,7	MARINA DEL CARMEN CONTRERAS BAR	0,14
		COTA MAX.:	42,1		5,66

DERIVADO 1, L=352, D75					SUPERFICIE
N°	COORD. E	COORD. N	COTA	NOMBRE	ASIGNADA
186	718.832	5.946.543	38,7	MIGUEL EDUARDO PUENTES ASTUDILL	0,57
93	718.880	5.946.480	30,8	JOSE EDUARDO ESCARES SEPULVEDA	0,25
		COTA MAX.:	38,7		0,82

DERIVADO 2, L=1259, D200					SUPERFICIE
N°	COORD. E	COORD. N	COTA	NOMBRE	ASIGNADA
1	719.491	5.945.437	35,6	ADA ELIZABETH GARCIA ROSALES	0,07
158	719.356	5.945.175	43,0	MARIA ANGELICA OSORIO MUÑOZ	0,63
201	719.695	5.945.132	43,1	NERY DEL ROSARIO PARRA GARRIDO	0,13
		COTA MAX.:	43,1		0,83
SUPERFICIE TOTAL (HA):					14,64

En Figura 7-3 siguiente, se aprecia el proyecto y la zona de riego:

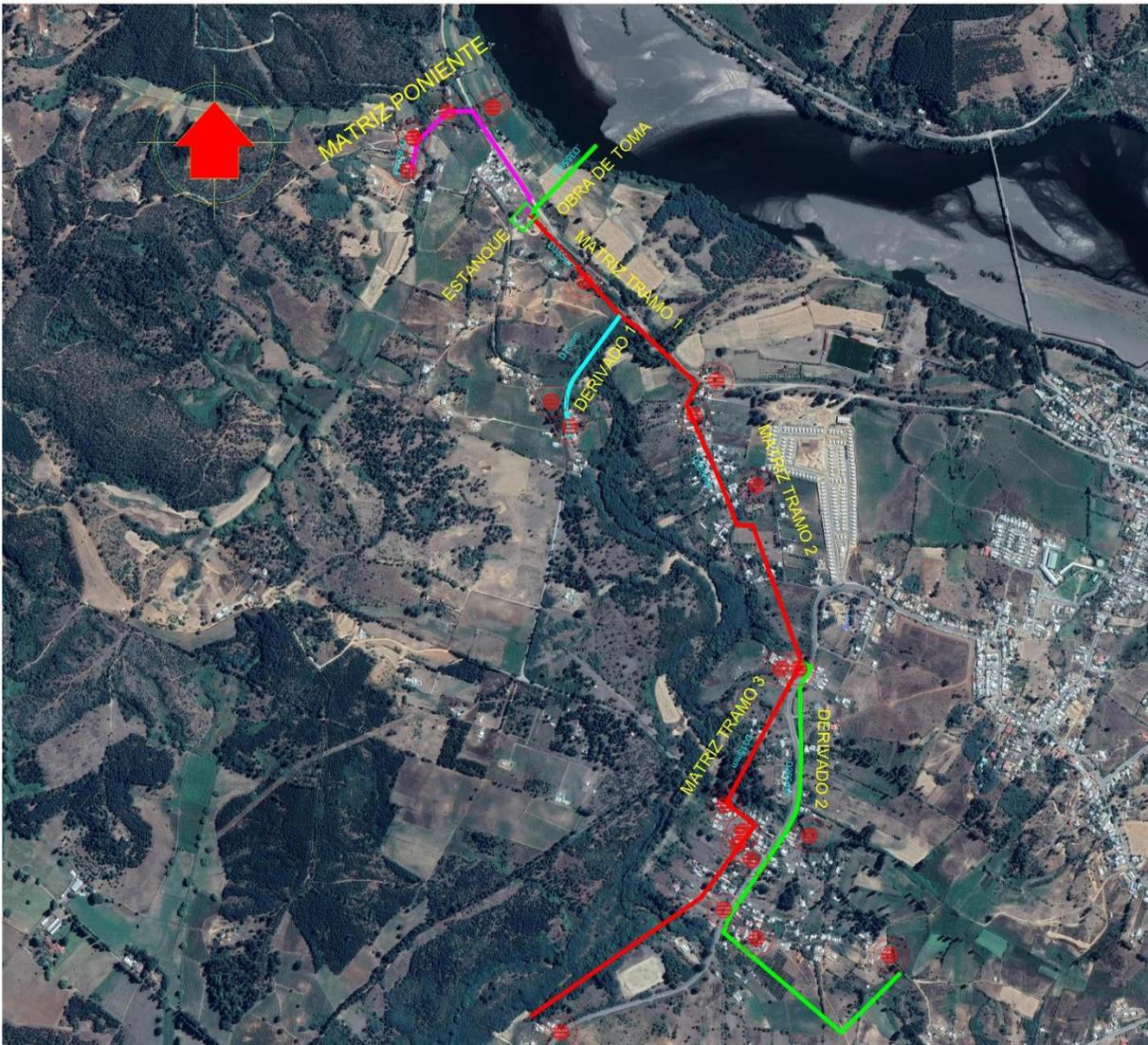


Figura 7-3: Proyecto de Impulsión El Barco y Zona de Riego

Fuente: Elaboración propia.

En Anexo 7-12, se entregan mayores características de los regantes que considera este proyecto, En Anexo 7-12-1 la misma Figura 7-3 en PDF, para apreciarla en cualquier tamaño, y en Anexo 7-44 el cálculo de los diámetros de las tuberías.

En Anexo 7-13, se entregan los planos del proyecto en CAD y en PDF, y en Anexo 7.14, las cubicaciones y presupuestos del proyecto a precios privados, en tanto que a precios sociales se entregan en el Anexo 7-14-1.

El costo total asciende a la cantidad de MM\$792,8 a precios privados y MM\$635,6 a precios sociales. Estos costos, incluyen el del proyecto de elevación de las aguas con energía solar, cuyos detalles se presentan más adelante.

Finalmente, de acuerdo con la evaluación económica presentada en Capítulo 10, Cuadro 10-6, el proyecto no resulta rentable, con un VAN de MM\$ -306,4 y una TIR de 3,3 % a precios sociales.

7.4.3. Proyecto Impulsión Cementerio, Uvas Blancas y Otros

Este proyecto, fue concebido para regar una zona en la que se ubican 2 APRs, de manera tal de poder abastecerlos eventualmente en forma adicional al riego. Los sectores de riego, corresponden a Cementerio, Uvas Blancas y otros. La lista de beneficiarios se entrega en Anexo 7-15, en tanto que en el Anexo 16, se incluyen los planos del proyecto.

El proyecto consta de una elevación desde el río Itata a la cota 14 a un estanque de distribución ubicado a la cota 65 aproximadamente. Desde este estanque nacen dos matrices, el primero para el riego de la zona más baja y el segundo para la zona más alta. Este último, se ha concebido en dos tramos, más un derivado que nace del punto de unión de los dos tramos

En Cuadro 7-5, se puede observar la lista de beneficiados con este proyecto, así como su ubicación con respecto al estanque de distribución.

Por otra parte, en la Figura 7-4, puede apreciarse la ubicación del proyecto con relación a los APRs, así como también la ubicación relativa de los agricultores beneficiados. La misma figura, se entrega PDF en Anexo 7-15-1, para apreciarla en cualquier tamaño.

Las cubicaciones y presupuesto de este proyecto, se entregan en Anexo 7-17, y el costo total asciende a la cantidad de MM\$1.062,1 a precios privados y MM\$848,5 a precios sociales. Este último, se entrega en Anexo 7-17-1. Los anteriores costos, incluyen el del proyecto de elevación de las aguas con energía solar, cuyos detalles se presentan más adelante. Se agregó un Anexo 7-17-2, con las cubicaciones de los movimientos de tierra.

Cabe destacar con respecto a este proyecto, que elevaría aguas a un estanque ubicado en lo más alto de los cerros colindantes, del orden de 60 m de elevación, y tanto la zona de la impulsión como del estanque pertenecen a una Sociedad Médica, que va a construir en esos terrenos un complejo turístico. Uno de los socios fue contactado y manifestó su total conformidad con el proyecto de riego y con facilitar los terrenos en la forma de comodato, u otra. Probablemente, deseen algo de agua para la piscina y riego de jardines a cambio, habría que negociar.

Finalmente, de acuerdo con la evaluación económica presentada en Capítulo 10, Cuadro 10-6, el proyecto no resulta rentable, tiene VAN de -181,1 y una TIR de 4,9 %, a precios sociales. Con estos índices, no se considera descartable, sino que se recomienda re analizarlo a nivel de prefactibilidad.

Cuadro 7-5: Lista de agricultores proyecto de impulsión cementerio, uvas blancas y otros, 24 ha

Caso: Sólo energía solar, tasa 2,5 L/s/ha

Caudal total: 60 L/s, Superficie 24 ha

Estanque: Cota max 67 msnm, cota mín 65 msnm

MATRIZ 1, L=2.272 m, D315

N° PRODESAL	COORD. E	COORD. N	COTA	NOMBRE	Q (L/s)	SUPERFICIE	Sup riego
						TOTAL (ha)	Proyecto (ha)
156	723.569	5.943.732	48,5	MARGARITA DEL TRANSITO PUENTES	1,45	0,86	0,58
197	723.703	5.943.791	44,9	NANCY ELIZABETH VELIZ SYFRIG	1,31	0,78	0,52
45	723.584	5.943.853	49,6	ELIAS ENRIQUE IBAÑEZ INZUNZA	2,10	1,25	0,84
69	723606	5943939	60,1	HERMAN LEONARDO IBAÑEZ MONDACA	1,41	0,8	0,56
163	723.335	5.944.162	42,2	MARIA DEL TRANSITO LABRAÑA LAB	0,16	0,09	0,06
260	723.174	5.944.234	50,7	SERGIO FRANCISCO Contreras Meri	1,68	1,00	0,67
30	722.780	5.944.472	45,5	CLAUDIO EUGENIO AGUILERA CACERE	0,81	0,48	0,32
29	722.641	5.944.432	43,0	CLAUDIO ENRIQUE GUIÑEZ RIFFO	0,44	0,26	0,17
215	722.471	5.944.463	47,7	PEDRO SEBASTIAN AGUILERA PALMA	1,29	0,77	0,52
214	722.471	5.944.463	47,7	PEDRO SEBASTIAN AGUILERA PALMA	5,11	3,04	2,04
142	722.440	5.944.398	48,8	LUIS EDUARDO AGUILERA ITURRA	0,82	0,49	0,33
141	722.440	5.944.398	48,8	LUIS EDUARDO AGUILERA ITURRA	4,18	2,49	1,67
261	722.194	5.944.544	45,9	SERGIO RAIMUNDO MELLADO CESPEDE	1,26	0,75	0,50
272	722826	5944739	39,7	VICTOR HUGO VELOSO GUTIERREZ	0,34	0,2	0,13
			60,1	TOTALES	22,36	13,3	8,94

MATRIZ 2, TRAMO 1, L=2,183 m, D315

N° PRODESAL	COORD. E	COORD. N	COTA	NOMBRE	Q (L/s)	SUPERFICIE	Sup riego
						TOTAL (ha)	Proyecto (ha)
185	723.589	5.943.658	47,0	MIGUEL ANGEL SANCHEZ ESPINOZA	0,084	0,05	0,03
155	723.569	5.943.732	48,5	MARGARITA DEL TRANSITO PUENTES	0,2688	0,16	0,11
61	722769	5943704	63,6	GRECIO ANTONIO CASANOVA MERINO	1,4282	0,9	0,57
114	721.989	5.944.164	43,8	JUAN DE DIOS PAREDES PAREDES	2,2179	1,3	0,89
162	721.930	5.944.093	41,8	MARIA DEL CARMEN RABANAL RABANA	1,7139	1,0	0,69
				TOTALES	5,7129	3,4	2,29

MATRIZ 2, TRAMO 2, L=1,008 m, D200

							Sup riego Proyecto (ha)
N° PRODESAL	COORD. E	COORD. N	COTA	NOMBRE		SUPERFICIE	
65	721.775	5.944.307	45,9	HECTOR MARIO ESCOBAR PAREDES	0,1176	0,1	0,05
67	721775	5944307	45,9	HECTOR MARIO ESCOBAR PAREDES	7,5	454,0	3,00
179	721.736	5.944.428	52,9	MAXIMO RENE ESPINOZA CARRERA	0,8401	0,5	0,34
17	721.648	5.944.643	44,4	ANDRES LAVANDERO JAQUE	0,2352	0,1	0,09
35	721.615	5.944.773	44,7	CUPERTINA DE LAS NIEVES ESPINOZ	4,9064	2,9	1,96
36	721.615	5.944.773	44,7	CUPERTINA DE LAS NIEVES ESPINOZ	0,2184	0,1	0,09
37	721.615	5.944.773	44,7	CUPERTINA DE LAS NIEVES ESPINOZ	0,1848	0,1	0,07
38	721.615	5.944.773	44,7	CUPERTINA DE LAS NIEVES ESPINOZ	0,3529	0,2	0,14
47	721.741	5.944.773	48,0	ENRIQUE MERCEDES ESPINOZA CARRE	0,2016	0,1	0,08
80	721.707	5.945.002	46,2	IVONNE MARCELA CEBALLOS BASSO	0,1521	0,1	0,06
238	721.839	5.944.989	47,6	ROSA ANGÉLICA FUENTES BUSTAMAN	1,6803	1,0	0,67
		COTA MAX:	63,6	TOTALES	27,815	5,3	6,56

DERIVADO 2-1, L=555 m, D160

							Sup riego Proyecto (ha)
N° PRODESAL	COORD. E	COORD. N	COTA	NOMBRE		SUPERFICIE	
134	721.581	5.943.970	42,0	LUIS ALBERTO ASCENCIO OLAVE	0,4873	0,3	0,19
112	721.617	5.944.008	41,4	JUAN ALBERTO MORA OLIVA	3,6966	2,2	1,48
234	721751	5943791	43,0	ROBERTO EDUARDO LABRAÑA ESPINO	7,9981	4,8	3,20
110	721377	5944073	46,3	JOSE SAUL SALAZAR TORRES	3,3605	2,0	1,34
				TOTALES	15,542	9,3	6,22
					65,713		
					43,358	TOTAL:	24,00

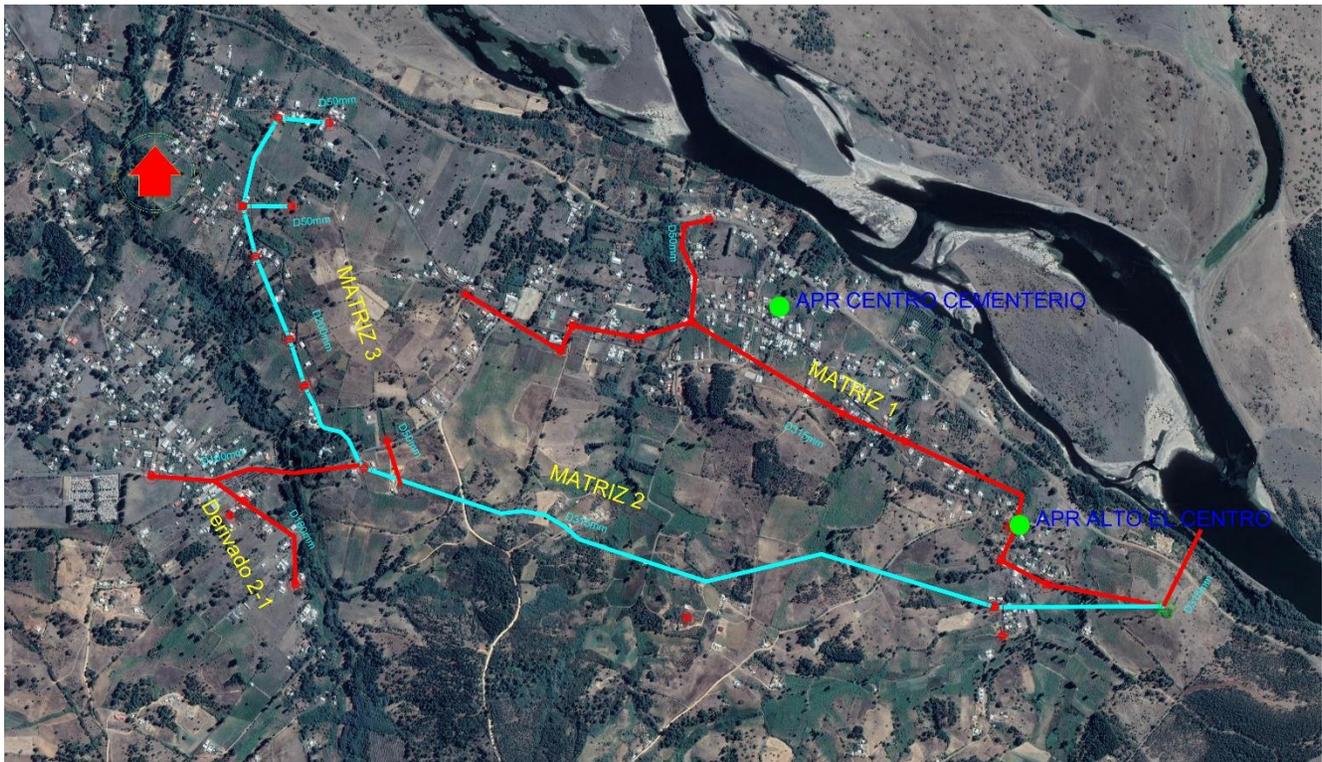


Figura 7-4: Proyecto de impulsión Cementerio, Uvas Blancas y Otros
Fuente Elaboración propia.

7.4.4. Proyecto Embalse Ránquil

7.4.4.1. Introducción.

La idea de este embalse data desde hace bastante tiempo. Tanto es así, que ya cuenta con algunas prospecciones en el lugar del sitio de presa, y también ya cuenta con los derechos eventuales constituidos. Además, el estero Ránquil es el mayor curso de agua en toda la comuna. En anteriores ocasiones, este proyecto ha sido desplazado por otros en la Región, pero se tiene la conciencia que es la gran solución si se desea impulsar fuertemente el riego en la comuna.

Para el desarrollo de un proyecto de embalse, lo primordial es determinar cómo va a ser su comportamiento a futuro, en lo relativo al aseguramiento de la cantidad de agua necesaria para los cultivos. Una estabilidad en este tema, garantiza que puedan efectuarse en forma segura inversiones en cultivos más rentables y de carácter permanente. Todo ello, produce un desarrollo en diversos ámbitos económicos de una zona, como el transporte, comercio, comunicaciones, crecimiento de todo tipo de fuentes laborales, etc., que no siempre son bien representados en las evaluaciones económicas. Además, la rentabilidad es sólo uno de los factores de decisión para la materialización de un proyecto, hay varios más. Se pone énfasis en este tema, porque se ha visto en la zona un interés por el riego, que produce entusiasmo pensar en la materialización de la obra, sin tener que pasar exclusivamente por la competencia económica ante otro tipo de proyectos en los Ministerios de Hacienda y MIDESO. Es lo que ha visto este Consultor en terreno. Después de analizar las características de la zona, se elaboró un diseño

tentativo para una superficie de 299 ha, cuyos titulares se entregan en Anexo 7-18. Se requiere para ello, de un embalse con capacidad útil del orden de 1.660.000 m³ que, si se considera volumen muerto y revanchas, se logra con una presa de 33 m de altura, con coronamiento ubicado a la cota 109 msnm. En la Figura 7-5 siguiente, se observa una planta tentativa con el embalse y su sistema de entregas. En Anexo 7-18-1, la misma Figura en PDF, para apreciarla en cualquier tamaño.

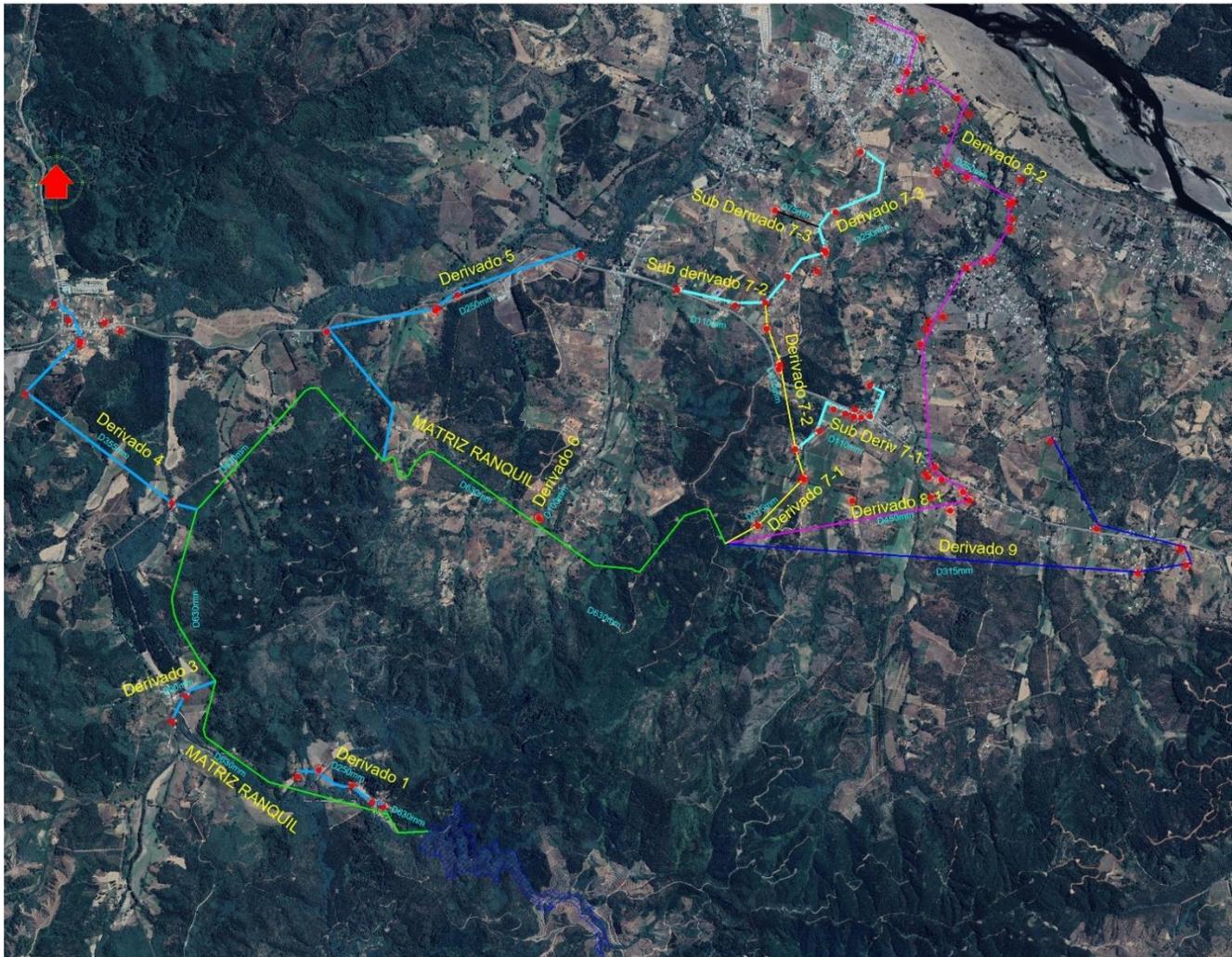


Figura 7-5: Proyecto embalse Ránquil

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, tanto los derechos de agua, como la cantidad de agua disponible, como las bondades del sitio, permiten el riego de una superficie bastante mayor, lo que se podría lograr considerando beneficiarios que no pertenecen a PRODESAL, y/o considerando una lista actualizada de los agricultores PRODESAL, que se recibió recientemente y que incluye un número mayor de socios.

El área de inundación, no afecta mayormente infraestructura ni está habitada, pero es casi en un 100% Forestal, lo que implica una negociación. Se han mostrado dispuestos a negociar, en todo caso.

7.4.4.2. Modelo de Simulación

Este embalse distribuye sus aguas en un amplio sector de la comuna. Como se dijo, es capaz de abastecer a una superficie mayor a la cubierta por los agricultores PRODESAL en sus alrededores. De hecho, se elaboró una red amplia para llegar incluso a la zona 1, la que cubrió del orden de 300 ha.

Para realizar los análisis de la seguridad que puede dar el embalse, lo fundamental es contar con un modelo de simulación operacional que represente su comportamiento a futuro. Esto se hace mediante una modelación de balances mensuales de agua, de entrada y salida al embalse, durante un período apropiado para que sea representativo. Es usual considerar 30 años, aunque existan estadísticas más antiguas, para representar de mejor forma el cambio climático (las estadísticas más antiguas son más lluviosas).

Se implementó el modelo con las estadísticas generadas mensuales en el período abril de 1990 a marzo de 2020. Y se agregaron a él las demandas de agua neta al embalse, las tasas de evaporación y las curvas de embalse. El modelo determina la seguridad de riego de acuerdo con los criterios de falla usuales establecidos por la Ley 18.450. En Anexo 7-19, se entrega el modelo desarrollado.

El modelo utiliza una regla de operación multianual, es decir, solamente bota el agua que no puede atrapar por capacidad, pero suple una demanda fija y todo lo que sobra lo almacena para años posteriores. No es una regla de operación anual, en que el embalse se llena lo que puede y se vacía todos los años. Se puede desprender de la aplicación del modelo, que el embalse es capaz de abastecer del orden de 500 ha con adecuada seguridad de riego. En el Anexo 7-19-1, se muestra la aplicación del modelo para regar en forma segura 493 ha. Se observa allí, que la capacidad de embalse requerida es del orden de 3,5 millones de m³, lo que significaría una presa de unos 42 m de altura. Con un embalse de capacidad equivalente a los derechos disponibles, se podría llegar a regar hasta unas 700 ha con seguridad 85%, pero con esta capacidad ya comienzan a inundarse infraestructura, propiedades y zonas productivas. Se trataría de un análisis para una segunda etapa, si se construye el embalse y se ve que es rentable y atractivo aumentarle el tamaño.

7.4.4.3. Diseños

Una presa de embalse de estas características, está compuesta por 3 tipos de volúmenes, cuya suma da el volumen total de la presa, que son:

- 1) Volumen muerto, destinado a acumular el material sólido que llegue a la presa. Se calcula normalmente para una vida útil física de 50 años, lo que no significa que después de 50 años haya que abandonar el embalse, dado que hay varias formas de recuperar su capacidad a futuro, siendo la más usual elevar la cota de la captación para generar mayor volumen muerto.

- 2) Volumen útil, que corresponde al volumen normal para la regulación de las aguas. Este volumen se ubica entre el nivel de la obra de captación y el nivel del umbral del vertedero de rebase.
- 3) Volumen para revanchas. Este volumen, es el destinado a absorber las revanchas, que son el mayor nivel de las aguas eventuales cuando vienen las crecidas, así como también los efectos del oleaje y los asentamientos de la presa. Es usual, dejar 2 m de altura de presa por sobre el umbral del vertedero para las revanchas.

En el caso de Ránquil, se elaboró la curva de embalse teniendo en consideración inundar lo menos posible infraestructura, casas, caminos, producciones agrícolas, principalmente. Es así como se preparó una curva de embalse para una presa de hasta 42 m de altura, con un volumen total de 4.401.761 m³ que, si se le dejan 2 m de revancha para vertedero y otros, queda con una capacidad de 3.794.936 m³. El modelo de simulación trabaja con el volumen útil, por lo que es necesario descontar al anterior volumen, el volumen muerto.

Para calcular el volumen muerto, como se dijo, no existe una forma exacta de hacerlo, se conocen algunas fórmulas empíricas, pero son solo una aproximación al tema, por cuanto todas las cuencas son diferentes y son muchos los parámetros que inciden.

Se opta entonces, por recoger las recomendaciones ya descritas de Walling y Webb quienes, después de una extensa recopilación de antecedentes, reportaron un promedio anual de 150 t/km² de cuenca. Se utilizará este valor y se le aplicará un factor de seguridad de 1,5. La cuenca de Ránquil tiene 14,94 km², por lo que el volumen total anual resulta de 2.241 ton. Si se considera un peso específico del suelo de 1,7 t/m³, el volumen muerto resulta de 1.318 m³ al año, lo que en 50 años da como resultado 65.900 m³. Al aplicar el factor de seguridad de 1,5, se llega a un volumen muerto de 98.850 m³. Esto significa, según curva de embalse, tener que entregar las aguas a la cota 84.

Sin embargo, es importante en este caso entregar las aguas a la mayor cota posible, dada la lejanía y cotas de ubicación del universo de regantes posibles. Por esta razón, se ha decidido aumentar en 5 metros la cota de entrega, o sea, cota 89. De esta forma, se cubre un universo mucho mayor de agricultores y el volumen muerto sube, ya en forma segura, a 259.647 m³, lo que da una tranquilidad bastante mayor acerca de la vida útil física de la presa.

En la lista de agricultores entregada en Anexo 7-18, se observa que la superficie total alcanza a 332 hectáreas. Si se supone que es posible regar un 90% de la superficie del predio, se llega a un total bajo riego de 299 ha. Pero, como se dijo, es posible agregar más superficie de riego.

Al procesar el modelo de simulación para un volumen útil de presa de unos 3.500.000 m³, se obtiene que la superficie de riego con 85% de seguridad, alcanza a las 493 ha. El modelo de simulación, procesado para una superficie de 299 ha, estimadas como las potenciales de riego, según se aprecia en Anexo 7-19, entregó como resultado un tamaño útil de presa necesario bastante menor, 1.660.353 m³.

Esto se logra con una altura de presa de 33 m, si se consideran 2 m por sobre el umbral del vertedero para revanchas.

Según se aprecia en las curvas de embalse del Anexo 7-8, el embalse tiene una relación agua/muro de 11, lo que hoy en día no es malo. La altura de la presa para la capacidad mayor (493 ha) alcanza los 42 metros y para la capacidad menor (299 ha), del orden de los 33 metros.

Como resumen, se tiene una presa mayor (493 ha) con las siguientes características:

Altura total:	42 m
Cota coronamiento:	118 msnm
Cota Umbral de vertedero:	116 msnm
Cota obras de entrega:	89 msnm
Cota de Fondo:	76 msnm
Volumen muerto:	259.647 m ³
Volumen útil:	3.535.289 m ³
Volumen para revanchas:	606.825 m ³
Volumen total:	4.401.761 m ³

Para el embalse necesario para las 299 ha, las dimensiones son las siguientes:

Altura total:	33 m
Cota coronamiento:	109 msnm
Cota Umbral de vertedero:	107 msnm
Cota obras de entrega:	89 msnm
Cota de Fondo:	76 msnm
Volumen muerto:	259.647 m ³
Volumen útil:	1.660.353 m ³
Volumen para revanchas:	323.562 m ³
Volumen total:	2.255.562 m ³

Por lo tanto, con el embalse máximo habría disponibles 194 ha adicionales a las 299 del Anexo 7-18 para colocar bajo riego. Para ello, se podría extender más la red de derivados, llegando a los más que se pueda de agricultores PRODESAL. En Batuco, por ejemplo, se podría agregar más de 100 ha, extendiendo el derivado 4 en unos 7.500 metros. Hay que agrandar el diámetro del Matriz hasta ese derivado y el del derivado 4. Esta alternativa debe compararse frente a la de construir los embalses de Batuco.

Otra posibilidad es incorporar a potenciales agricultores no pertenecientes a PRODESAL y, por último, reducir la capacidad del embalse a la indicada como necesaria para las 299 ha. Se diseñará y evaluará el proyecto para este tamaño, que se propone como una primera etapa.

Como se dijo, para los efectos del presente informe, se dimensionará el sistema de entregas considerando solamente los agricultores PRODESAL identificados en la red de distribución que se observa en los planos del diseño. La determinación de los diámetros correspondientes se entrega en Anexo 7-20, los planos del sistema de distribución en el Anexo 7-21, y los planos de los proyectos de obras para ambos tamaños, en el Anexo 7-22.

Otro aspecto importante en el diseño de las obras, además de la capacidad útil, corresponde a la capacidad de las obras by pass, las que se requieren para desviar el río durante la construcción de la presa, y la capacidad del vertedero. Para los fines del presente estudio, se diseñaron las obras by pass para un período de retorno de 25 años y el vertedero para 1.000 años. La inexistencia de información fluviométrica hizo necesario calcular sobre la base de fórmulas empíricas de precipitación escorrentía. Se efectuó el análisis hidrológico correspondiente, que se entrega en Anexo 7-50, y se determinaron las crecidas para ambos períodos de retorno mediante la Fórmula Racional, según se detalla en Anexo 7-51. Resultaron como necesarios para el by pass un cajón de hormigón de 3 m de base y 2 m de alto, y para el vertedero una descarga frontal de 10 m de longitud y 2 m de carga, todo lo cual se llevó a los planos.

Se observa en los planos, que las presas tienen 42 m y 33 m de altura, respectivamente, son de tierra con impermeabilización con geomembrana e inyecciones en su fundación y estribos, taludes H:V=2:1 por aguas arriba y 1,5:1 por aguas abajo.

Las cubicaciones y presupuestos de esta presa, así como de su sistema de distribución, se entregan en los siguientes Anexos:

Anexo 7-23: Embalse Ránquil 42 m de altura, 493 ha, costo a precios privados MM\$ 23.174,7.

Anexo 7-23-1: Sistema de entregas, costos a precios privados, para 299 ha: MM\$ 7.725,1

Anexo 7-23-2: Embalse Ránquil 31 m de altura, 299 ha, costos a precios privados: MM\$14.306,9

Anexo 7-23-3: Embalse Ránquil de 42 m de altura, costo a precios sociales: MM\$16.851,9

Anexo 7-23-4: Sistema de entregas, 299 ha, costos a precios sociales: MM\$ 6.164,1

Anexo 7-23-5: Embalse Ránquil 31 m de altura, costos a precios sociales: MM\$10.448,7

Para la evaluación económica, habrá que considerar la presa de 31 m de altura, ya que el sistema de entregas está diseñado para dar seguridad de riego a 299 ha. Sin embargo, se estima que, con una pequeña inversión en el sistema de riego, no más de un 20% a un 25% adicional, podría la red abastecer las 493 ha del embalse mayor. Para los fines del presente estudio, se calculó un costo por ha para la red de 299 ha, y se aplicó proporcionalmente al tamaño de 493 ha, lo que da un buen margen de seguridad en los costos.

Finalmente, de acuerdo con la evaluación económica presentada en Capítulo 10, Cuadro 10-6, el proyecto es rentable a precios sociales, con un VAN de MM\$ 284,6 y una TIR de 6,1%. Por disponibilidad de agua y ubicación en cota, se estima que tiene amplias posibilidades de aumentar su rentabilidad a nivel de prefactibilidad, sobre todo si se consideran también algunos regantes no Prodesal.

7.4.5. Proyecto 5, Embalse Rahuil

7.4.5.1. Introducción

Este proyecto es un anhelo de hace años de la población de los sectores Rahuil Alto y Rahuil Bajo. Estas zonas, se ubican en la parte alta de la cuenca, y son las únicas áreas cuyos cauces asociados no drenan hacia el Itata, sino hacia el sur, hacia la Región del Biobío.

En la búsqueda de sitios posibles para acumular aguas para riego, se encontró uno que es muy bueno desde el punto de vista de la relación agua/muro, del orden de 38, y con una altura de 10 metros puede acumular casi 2 millones de metros cúbicos. Se seleccionó este sitio por sus bondades, pero presenta dos inconvenientes importantes: se ubica en el sector de Bularco, relativamente lejos de la zona de riego, y no llega a ella en forma gravitacional: la mayoría de los agricultores del área se ubican a cotas superiores a la cota de entrega del embalse. Por lo tanto, salvo un par de casos, el proyecto deberá ser complementado con proyectos de elevación en base a paneles solares. En todo caso, no hay otros sitios que no tengan este inconveniente.

Existe una importante cantidad de agricultores, que riegan con aguas de pozos, y otros con aguas de vertientes. Incluso se observan pequeños tranques de acumulación. La zona se presta para cultivos de alto rendimiento económico, como los paltos, por ejemplo. La lista de agricultores PRODESAL y sus antecedentes, que se generó después de analizar el escenario de ubicación del embalse y los beneficiarios, se entrega en el Anexo 7-24.

En Figura 7-6 se aprecia la disposición de las obras y superficies de riego. La misma Figura, se entrega en Anexo 7-24-1, a fin de poder apreciarla en el tamaño que se desee.

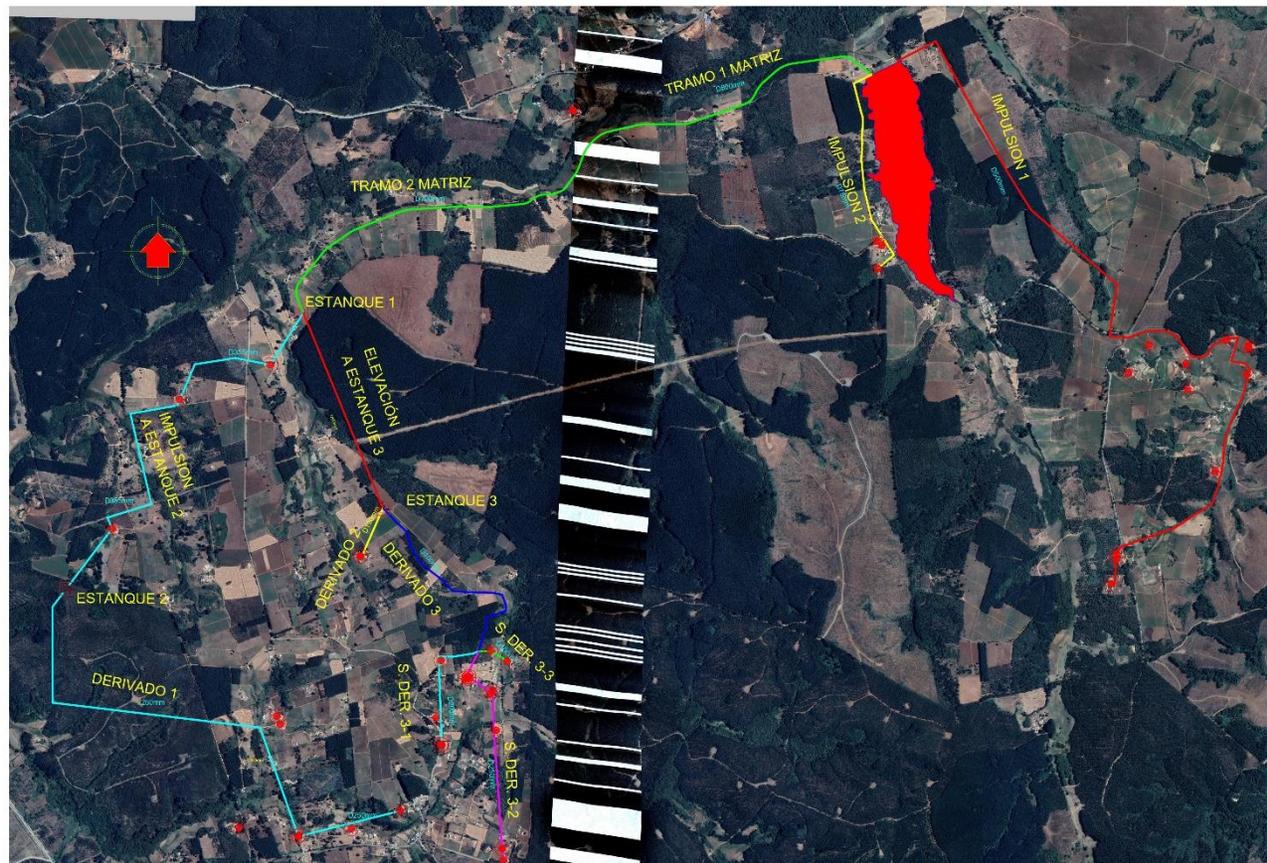


Figura 7-6: Proyecto Embalse Rahuil

Fuente: Elaboración propia.

El proyecto contempla 4 impulsiones. En consideración a lo caro que son, quizás pueda analizarse regar solamente el sector de Rahuil, evitando las 2 primeras impulsiones del sector de Bularco. En este estudio, se decidió incorporar a la mayor cantidad de superficie posible. Además del embalse, se definen 3 estanques de distribución.

7.4.5.2. Modelo de Simulación

Para realizar los análisis de la seguridad que puede dar el embalse, lo fundamental es contar con un modelo de simulación operacional que represente su comportamiento a futuro. Tal como en el caso de Ránquil, esto se hace mediante una modelación de balances mensuales de agua, de entrada y salida al embalse, durante un período apropiado para que sea representativo.

Se implementó el modelo con las estadísticas generadas mensuales en el período abril de 1990 a marzo de 2020. Se agregaron a él las demandas de agua neta al embalse, las tasas de evaporación y las curvas de embalse. El modelo determina la seguridad de riego de acuerdo con los criterios de falla usuales establecidos por la Ley 18.450.

El modelo así desarrollado, utiliza también una regla de operación multianual, es decir, solamente bota el agua que no puede atrapar por capacidad, pero suple una demanda fija y todo lo que sobra lo almacena para años posteriores. Este modelo se entrega en Anexo 7-25. La presa tiene 10 m de altura y, si se deja 2 m para revanchas del vertedero y 57.828 m³ para volumen muerto, se dispone de un volumen útil de 1.242.000 m³, entre las alturas 2 y 8 de la presa. Al procesar el modelo con esta capacidad, resulta una superficie de riego equivalente con 85% de seguridad, de 176,7 ha, que corresponde a la superficie definida para el proyecto, que se entrega en Anexo 7-4.

7.4.5.3. Diseños

a) Sistema de distribución

El sistema de distribución, se concibió para los regantes del Anexo 7-24, siendo necesario diseñar dos impulsiones desde el mismo embalse, y una entrega gravitacional hacia la zona de Rahuil. Este matriz tiene 4 km y a mitad de camino tiene una entrega gravitacional. Al término, entrega a un estanque de 5m x 5m x 2m de altura, desde el cual nacen dos elevaciones, una hacia el derivado 1, y otra hacia una segunda matriz, de la cual nacen los derivados 2 y 3. El derivado 3, a la vez, se separó en 3 sub derivados, 3-1, 3-2 y 3-3 El cálculo de los diámetros de este sistema de distribución, se entrega en el Anexo 7-26 y los planos de diseño del sistema en el Anexo 7-27.

b) Diseño de la presa

La presa se diseñó de la misma forma que la de Ránquil, es decir, con los mismos taludes y del mismo tipo de material, con geomembrana e inyecciones. Solamente, las dimensiones son muy diferentes, porque esta vez la altura de la presa es de solo 10 metros. El detalle de los diseños se puede observar en el Anexo 7-28.

Otro aspecto importante en el diseño de las obras, además de la capacidad útil, corresponde a la capacidad de las obras by pass, las que se requieren para desviar el río durante la construcción de la presa, y la capacidad del vertedero. Para los fines del presente estudio, se diseñaron las obras by pass para un período de retorno de 25 años y el vertedero para 1.000 años. La inexistencia de información fluviométrica hizo necesario calcular sobre la base de fórmulas empíricas de precipitación escurriente. Se efectuó el análisis hidrológico correspondiente, que se entrega en Anexo 7-50, y se determinaron las crecidas para ambos períodos de retorno mediante la Fórmula Racional, según se detalla en Anexo 7-51. Resultaron como necesarios para el by pass un cajón de hormigón de 3 m de base y 2 m de alto, y para el vertedero una descarga frontal de 10 m de longitud y 2 m de carga, todo lo cual se llevó a los planos.

Las cubicaciones y presupuesto final de las obras de embalse y sistema de entrega, se entregan en el Anexo 7-29, a precios privados, y en el Anexo 7-29-2 a precios sociales. El costo total de las obras, asciende a la cantidad de MM\$10.422,9 a precios privados y a MM\$7.963,3 a precios sociales.

Por su parte, el sistema de entregas, o de distribución, que se entrega en Anexo 7-27, tiene un costo a precios privados de MM\$6.116,6 según se aprecia en Anexo 7-29-1, y de MM\$4.921,5 a precios sociales, según se aprecia en Anexo 7-29-3.

Finalmente, de acuerdo con la evaluación económica presentada en Capítulo 10, Cuadro 10-6, el proyecto no resulta rentable a precios sociales, con TIR de 5,1%. Al igual que el caso de Centro Cementerio, se recomienda no abandonar el proyecto, sino que reestudiarlo a nivel de prefactibilidad.

7.4.6. Proyectos Embalses Batuco Alto y Batuco Bajo

Estos embalses son los signados con los números 3 y 1, respectivamente, en el análisis de alternativas. Tienen una relación agua/muro muy baja, 3/1, pero son los únicos que se ubican justo aguas arriba de una importante zona potencial de riego, Batuco, con más de 100 hectáreas posibles de regar, y a la cual no llegó el riego del resto de las alternativas.

Por lo tanto, se decidió diseñar al menos las obras de embalse, para obtener sus costos y poder evaluarlas a futuro, si es el caso.

Al igual que en los otros casos de embalses, se desarrollaron sendos modelos de simulación, que se entregan en el Anexo 7-30 el de Batuco Alto y Anexo 7-31 el de Batuco Bajo. Procesados estos modelos, Batuco Alto tiene capacidad para regar 32 ha con 85% de capacidad, y Batuco Bajo, que tiene una cuenca muy pequeña, pero que se alimentaría adicionalmente con el trasvase de los rebases de Batuco Alto, puede regar en este escenario un total de 74 ha. Es decir, entre ambos son capaces de regar toda la zona de Batuco. La lista de agricultores que se pueden beneficiar de estos proyectos, se entrega en Anexo 7-32.

Se diseñaron las obras con los mismos criterios de los anteriores embalses, con los resultados finales que se observan en el Anexo 7-33.

Finalmente, los costos resultantes para estos proyectos se entregan en el Anexo 7-34. El costo total de ambos, alcanza a la cantidad de MM\$7.941. A esta cifra, habría que sumarle el costo de la red de distribución, que sería bastante menor a los costos de las otras redes, porque estos regantes están muy concentrados y cerca de los embalses. Si se piensa en un promedio de \$10.000.000 por hectárea, habría que agregar la cantidad de MM\$1.000 para 100 hectáreas, resultando un costo total de MM\$8.941, todo a precios privados. Estos embalses, aunque de relación agua/muro muy baja (3 para Batuco Bajo y 5 para Batuco Alto), podrían materializarse a futuro, en caso que el embalse Ránquil no llegue a abastecer a la zona extrema poniente de la comuna, sector de Batuco.

7.5. Análisis para el abastecimiento de APRs con los Proyectos de Riego.

Durante las reuniones de Participación Ciudadana realizadas, se pudo observar una gran inquietud por recibir agua para APRs de estos proyectos de riego. Es por ello que se recopiló información de la ubicación de los APR, consiguiéndose la ubicación de 7 de ellos.

Con la información, se ubicaron los APRs en los kmz de los proyectos y se analizó en Anexo 7-35 la situación de cada uno. Los resultados finales, indicaron que es posible abastecer a 5 de ellos con los proyectos, exceptuándose solamente el caso de Nueva Aldea, porque a esos lados no llegan los proyectos

dado que no hay agricultores PRODESAL, y el caso de Cancha Los Botones, que queda alejado. Sin embargo, este último caso también podría quedar cubierto, si es que prospera el día de mañana la extensión del derivado 4 del embalse Ránquil hacia Batuco. Esta extensión depende de un análisis comparativo con las alternativas de embalses Batuco Alto y Batuco Bajo. Los casos más susceptibles de tener agua de los proyectos son los citados en la zona del proyecto Cementerio, Uvas Blancas y Otros.

7.6. Agricultores PRODESAL sin Proyectos de Riego

De la cantidad original de 389 agricultores que aparecen en la lista que se tuvo a disposición, Anexo 7-1, de agricultores PRODESAL, quedaron sin ser abastecidos por alguno de los proyectos una cantidad de 230 agricultores, según se aprecia en la lista entregada en Anexo 7-36. Esta lista incluye a los de Batuco, que son 40. O sea, si se desarrollaran los proyectos de Batuco Alto y Batuco Bajo, la cantidad de agricultores potenciales sin proyecto, bajaría a 190. La mayoría de estos casos corresponde a agricultores aislados y ubicados a cotas altas, a las cuales sólo se podría llegar con proyectos de elevación. Es posible que haya algunos casos especiales, que reciben aguas de vertientes.

7.7. Proyectos de Elevación

El diseño de los proyectos de elevación con energía solar, requiere de conocimientos especializados, y depende de una gran variedad de parámetros. Es por ello, que se recurrió a una prestigiosa empresa proveedora, GRUNDFOS, para que los analizara, diseñara y cotizara. Las cotizaciones, las entregaron en U\$ y se consideró un cambio de 1U\$=\$773.

Además, las cotizaciones son precios de Lista full y no incluyen descuentos ni estructuras para los paneles, instalación y tampoco conexión en terreno. La recomendación fue incrementar en un 50% los precios para considerar todo, sin perjuicio que al momento de comprar se logren importantes descuentos.

Los resultados son los siguientes:

Proyecto: Impulsión El Galpón:

Bomba SP 160-2 - 26 kW
Inversor RSI 3x380-440V IP66 30kW 61 A
Filtro sinusoidal
Módulo solar: 135 x NN 330Wp
Valor Aproximado de toda la instalación: 44.382 USD + IVA

En Anexo 7-37, se entregan los diseños realizados y características de los equipos.

Proyecto: Impulsión El Barco y Otros:

Bomba SP 215-2-A 37 kW
Inversor RSI 3x380-440V IP54 45kW 87A
Filtro sinusoidal
Módulo solar: 165 x NN 330W
Valor Aproximado de toda la instalación: 52.240 USD + IVA

En Anexo 7-38, se entregan los diseños realizados y características de los equipos.

Proyecto: Impulsión Centro Cementerio

Se consideran 2 sistemas similares, según se detalla en los Anexos 2-39 y 2-39-1.

A nivel de diseño definitivo, habrá que re estudiar los equipos más adecuados, en especial dependiendo de si se utilizará energía eléctrica complementaria, o no. La red de electricidad, llega a 200 metros de la zona de captación.

Proyecto: embalse Rahuil, tiene 4 elevaciones

Impulsión 1 desde embalse a sector alto

Bomba SP 360-2A G
Inversor RSI 3x380-440V IP54 132kW 261A
Filtro sinusoidal
Módulo solar: 435x330Wp
Valor Aproximado de toda la instalación 145.253 USD + IVA

En Anexo 7-42, se entregan los diseños realizados y características de los equipos

Impulsión 2: Desde embalse a 2 regantes

Bomba SQF 9-3
CONTROLADOR CU 200
Módulo solar: 3 x NN 330W
Valor Aproximado de toda la instalación 5.500 **USD + IVA**

En Anexo 7-43, se entregan los diseños realizados y características de los equipos.

Impulsión 3, desde estanque 1 a Estanque 2

Bomba SP 270-1A G x 37 KW
Inversor RSI 3x380-440V IP54 45kW 87A
Filtro sinusoidal
Módulo solar: 176 x 330 (Wp)
Valor Aproximado de toda la instalación: 65.200 USD + IVA

En Anexo 7-40, se entregan los diseños realizados y características de los equipos

Impulsión 4 desde estanque 1 a Estanque 3

Se consideran los 3 equipos siguientes, en serie

Bomba SP 270-1A G x 37 KW
Inversor RSI 3x380-440V IP54 45kW 87A
Filtro sinusoidal
Módulo solar: 176 x 330 (Wp)
Valor Aproximado de toda la instalación: 195.600 USD + IVA

En Anexo 7-41, se entregan las características de los equipos, siguientes:

7.8. Memorias de Cálculo Hidráulico Proyectos de Impulsión y Resúmenes de los Proyectos

Las memorias de cálculo de las tuberías de PEHD para los proyectos El Galpón, El Barco y Otros, y Cementerio, Uvas Blancas y Otros, se entregan en ANEXO 7-44.

Finalmente, y a pesar que toda la información de los procesos ha sido detallada en forma separada por temas, se ha decidido efectuar un resumen para cada proyecto seleccionado, en donde se entrega la información más relevante de cada proyecto y se menciona en donde se encuentra el resto de información. Cada resumen se entrega en un Anexo, según siguiente detalle:

ANEXO 7-45: Resumen Proyecto Seleccionado N°1, Zona 1, Elevación El Barco y Otros.

ANEXO 7-46: Resumen Proyecto Seleccionado N°2, Zona 1, Elevación Cementerio, Uvas Blancas y Otros.

ANEXO 7-47: Resumen Proyecto Seleccionado N°1, Zona 2, Embalse Ránquil.

ANEXO 7-48: Resumen Proyecto Seleccionado N°2, Zona 2, Embalse Rahuil.

ANEXO 7-49: Resumen Proyecto El Galpón, alternativo ante cualquiera eventualidad.

7.9. Modificaciones a Proyectos Ránquil

7.9.1. Introducción

Durante el estudio, se realizaron 3 proyectos de elevación desde el río Itata para la Zona 1, y 2 proyectos de embalses para la zona 2. Estos fueron los siguientes, los cuales se visualizan en Figura:

- 1) Elevación El Galpón y Otros
- 2) Elevación El Barco y Otros
- 3) Elevación Centro Cementerio y Otros
- 4) Embalse Ránquil
- 5) Embalse Rahuil

Los resultados de la evaluación económica, ver Capítulo 10, indicaron que dos de ellos resultaron socialmente rentables: Elevación El Galpón y Embalse Ránquil, pudiendo aún ser ambos mejorables. Los resultados, se indican en el Cuadro 10-6, se observa que las TIR sociales para Centro Cementerio y Rahuil, están en el entorno del 5%, en tanto que El Barco presenta una tasa bastante más distante de ser rentable.

En consecuencia, sin perjuicio que se ha recomendado re estudiar los proyectos Centro Cementerio y embalse Rahuil a nivel de perfectibilidad, se pensó en el análisis de alternativas para los proyectos no rentables, entre las cuales la CNR solicitó el análisis de parcelas de tamaño pequeño con 1 o más invernaderos por agricultor, concentradas estas parcelas en 1 terreno a donde pueda acudir cada agricultor a trabajar su parte. Este proyecto se analiza como un proyecto alternativo a la Elevación El Barco y Otros, ya que, por lo visto, es el que debe reformularse mayormente.

El diagnóstico, también indicó como causa probable de no rentabilidad, la obligación impuesta en principio para el estudio, de llegar solamente a agricultores PRODESAL. Entonces, se efectúa a continuación un análisis de cómo podrían variar los resultados si se abre la posibilidad de llegar con el riego a otros potenciales agricultores. Esto, se analizará como alternativas a los proyectos Elevación Centro Cementerio y Otros y al Embalse Rahuil, ya que la consideración efectuada los podría llevar a ser rentables

7.9.2. Consideraciones de diseño

En los 3 casos a analizar, está presente la elevación de las aguas, por lo que el análisis comenzará por definir los costos de elevación para las alternativas. Para ello, se tiene las cotizaciones obtenidas para diferentes casos, que se resumen en el Cuadro 7-6 siguiente:

Cuadro 7-6: Costos de elevaciones cotizadas

Q (L/s)	H (m)	Q*H	Costo (U\$)
42	34	1.428	44.382
52	34	1.768	52.240
137	14	1.918	65.200
9	50	450	17.860
2	10	20	5.500

Fuente: Elaboración propia.

El costo está en U\$, y hay que agregarle el IVA más un 10% por concepto de instalación. El valor del U\$ considerado en el proyecto, es de \$773, el que se respetará par fines comparativos

Para fines de analizar alternativas, se definirá un gráfico con la información anterior, que podrá utilizarse para los diferentes casos que sea necesario (ver Gráfico 7-1). Se asumirá que las bombas, sus potencias y sus costos, pueden suponerse proporcionales al factor $Q \cdot H$, lo que se considera una aproximación adecuada.

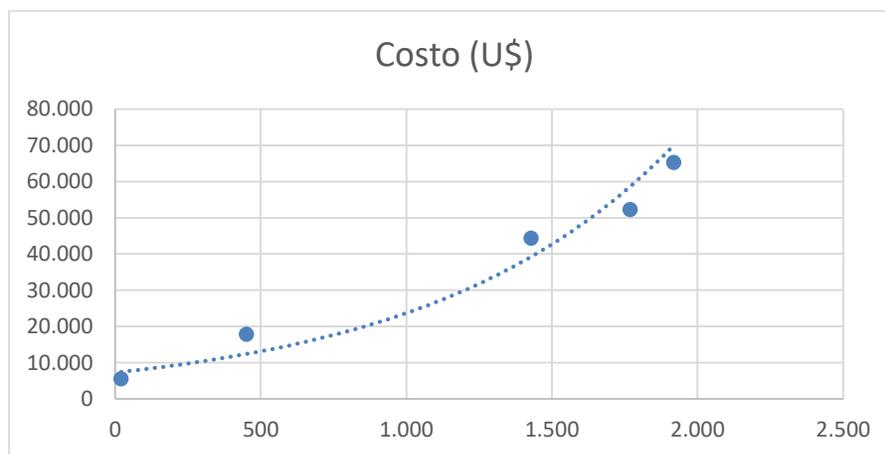


Gráfico 7-1: Curva de costos de elevación

En abscisas, el factor $Q \cdot H$ y en ordenadas el costo en U\$.

Fuente: Elaboración propia.

El resto de las consideraciones de diseño, serán las mismas de los diseños originales, es decir, cálculos hidráulicos en base a Hazen Williams, tasas de riego de 2,5 L/s/ha suponiendo solo elevación con paneles solares, tuberías y piezas especiales del mismo tipo, etc.

7.9.3. Proyecto Centro Cementerio

Este proyecto, originalmente resultó con los siguientes índices finales:

- Superficie de Riego: Matriz 1: 8,94 ha, correspondientes a 14 predios
Matriz 2: 9,84 ha, correspondientes a 16 predios
Derivado 2-1: 6,22 ha, correspondientes a 4 predios
- Superficie total: 25 ha (para la evaluación se consideró 24 ha, suponiendo que el resto del agua se le va a traspasar a un APR)
- Costo: \$ 848.461.994
- Costo unitario: \$33.938.480 / ha
- TIR: 5,01 %

En consideración a que el Matriz 2 y su Derivado 2-1, fueron concebidos para llegar a zonas más altas y alejadas de la captación, para así abastecer a más gente, se analizará el proyecto solamente con el Matriz 1, que, sin ser tan alto, tiene la gracia que alcanza a beneficiar eventualmente a 2 APRs de la zona. Claro que esta consideración es al margen de la evaluación del proyecto agronómico puro.

Las nuevas condiciones para el proyecto alternativo Centro Cementerio, serían las siguientes:

Elevación: Se regaría solamente a la cota 50,7, de Don Francisco Contreras, para no tener que incurrir en 10 m adicionales de elevación solo para abastecer 0,56 ha de Don Herman Ibáñez, quien podría elevar adicionalmente por su cuenta si desea incorporarse. Con esto, la altura de elevación sería desde la cota 14 a la 54, es decir, 40 m.

La tubería, de 315 mm de diámetro, tiene una longitud de 2.272 m, y termina en la cota de terreno 49,1, es decir, se tiene una pendiente 2,16 %. Si se piensa en regar 20 ha, que corresponderían a 8,94 de los regantes PRODESAL más 11,06 de regantes no Prodesal, el caudal requerido sería de 50 L/s. En el siguiente, se desarrolla el cálculo hidráulico en estas condiciones, observándose que la pérdida de carga por fricción es de 3,09 m, y existe una disponibilidad de cota de 4,9 m. En consecuencia, el diseño deja buena holgura para las pérdidas de carga singulares, que en todo caso son mínimas.

Cuadro 7-7: Verificación hidráulica tubería matriz 1

J	Q (m ³ /s)	Q1,852	150 1,852	D	D4,869	L	Pérdida carga
0,00136216	0,05	0,00389487	10718,17915	0,3	0,00284514	2272	3,094833105

Fuente: Elaboración propia.

Se confirma, entonces, que el diseño permite regar 20 ha. Ahora, se verificarán sus costos y el costo por ha. En Cuadro 7-8 siguiente, se presenta el presupuesto del proyecto a precios sociales, ajustado al nuevo diseño. Se ha considerado allí el Q*H de 50*40 = 2.000, lo que arroja un costo de U\$75.000, según el Gráfico 7-1. Llevado a \$ e incluyendo IVA e instalación, este costo alcanza la cantidad de \$ 75.889.275.

Cuadro 7-8: Cubicaciones y Presupuestos Proyecto Alternativo Impulsión Cementerio, Precio Social

Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	P. U. Social (\$)	P.Total Social (\$)
1	Instalación de Faenas	gl	1	5.400.000	5.400.000
2	Suministro e instalación elevación solar	gl	1	63.772.500	63.772.500
3	Hormigonado G20, estanque distribución	m3	5	92.253	479.716
4	Acero A44-28, estanque distribución	kg	103	1.157	118.844
5	Moldaje tablero 3 usos, est. Distr.	m2	13	6.655	88.517
8	Mesa y zanja, excs. con máquina, D=315 mm	m3	1.179	2.236	2.637.290
11	Cama de arena, D=315 mm	m3	145	15.977	2.312.191
14	Relleno, tubería D= 315 mm	m3	702	3.223	2.262.732
17	Botadero, para tubería D=315 mm	m3	549	1.969	1.081.024
18	Manejo Botadero	m3	55	991	54.393
21	Suministro e instalación tubería D=315 mm	ml	2.412	54.734	132.018.374
24	Tte, colocación y prueba, D0 315 mm	ml	2.412	11.984	28.904.963
27	Uniones soldadura, D=315 mm	un	402	46.579	18.724.875
29	Cámaras derivación, D=315 mm	un	1	105.038	105.038
31	Cámaras de entrega, D=100 mm	un	20	73.518	1.470.361
32	Válvulas, D=315 mm	un.	1	6.459.187	6.459.187
35	Válvulas, D=100 mm	un.	20	1.371.446	27.428.915
36	Captaciones intra prediales	Eun.	20	435.000	8.700.000
37	Obras especiales: cruces y otros	gl	1	13.920.000	13.920.000
38	Sub Total	\$			315.938.920
39	GG, Utilidades e Imprevistos		35	% (\$)	110.578.622
40	IVA		19	% (\$)	
41	Costo Total	\$			426.517.541

Fuente: Elaboración Propia

Entonces, el costo total alcanza a la cantidad de \$426.517.541, lo que da un costo unitario de \$21.325.877 / ha, o sea, se logra rebajar el costo por hectárea de 33,9 millones de pesos a 21,3 millones de pesos. La evaluación económica indicó que a precios sociales el VAN es de MM\$ 149,6 y el TIR es de

7,4%. Se confirma que, al menos en este proyecto, incorporar a regantes no Prodesal, aumenta la eficiencia, pudiendo ser rentable.

7.9.4. Proyecto Alternativo El Barco

El Sector El Barco, se ubica muy cercano a Ñipas, y tiene un buen acceso vehicular, por lo que se considera ideal para postular un proyecto pequeño de parcelas con invernaderos. En principio, se analizará un proyecto de 8 ha, separadas en pequeñas parcelas de 4.000 m², para 20 agricultores. Se considera que, para un modo experimental, se trata de un tamaño más que suficiente. En la Figura 7-7, se identifica, delimitado por polígono de color amarillo, un paño de 9,0 ha cercano al río y a Ñipas, que requeriría de una elevación de 15 metros.



Figura 7-7: Características del proyecto

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7-7, se observan las características del proyecto, el cual está constituido básicamente por las siguientes obras:

- Una impulsión (en rojo) de 220 m de longitud y 15 m de altura, o desnivel
- Un estanque distribuidor (en verde) de 20 m x 20 m, de 1,5 m de altura
- Una tubería Matriz 1 de entrega (en azul), hacia Ñipas, de 320 m de longitud
- Una tubería Matriz 2 de entrega (en azul), hacia el poniente, de 290 m de longitud.
- 20 obras de entrega desde las tuberías matrices para cada agricultor

A continuación, se dimensiona este sistema. En primer lugar, para 8 ha de riego total, se requiere de un caudal de 20 L/s, lo que da un $Q \cdot H$ de 300 y, de acuerdo al Gráfico 7-1, el sistema de elevación tendría un costo de unos U\$ 12.000 a U\$15.000. Se considerará en forma conservadora el valor de U\$15.000, lo que significa un costo total, sin IVA, de \$12.754.500.

Las tuberías, se diseñarán para el caudal total, en consideración a que se postula un sistema de riego por turnos. Es un caso extremo, por cuanto 20 L/s no es un caudal muy manejable en los invernaderos, pero podrá a futuro definirse la forma de operar y así abaratar el sistema.

En el Cuadro 7-9 siguiente, se entrega la verificación hidráulica para el matriz más largo, considerando un diámetro de 200 mm. Se observa que, para que el agua escurra gravitacionalmente desde el estanque, se requiere de un desnivel de 0,74 m, o sea, si a ambas matrices se les define una bajada de 1 m en su recorrido, quedan operativos gravitacionalmente para las condiciones de diseño.

Cuadro 7-9: Verificación hidráulica

J	Q (m ³ /s)	Q1,852	150 1,852	D	D4,869	L	Pérdida carga
0,00230726	0,02	0,00071369	10718,17915	0,19	0,00030779	320	0,738322486

Fuente: Elaboración propia.

Se procede entonces, a cubicar y calcular el presupuesto para el proyecto presentado. La impulsión se considerará con el mismo diámetro de 200 mm. El Cuadro 7-10, presenta el resultado final, a precios sociales, cuyo valor es de \$136.331.875 para las 20 parcelas, u 8 ha.

El costo por hectárea alcanza la cantidad de \$17.041.484 / ha. El costo por parcela de 4.000 m² alcanza la cantidad de \$6.816.594 / parcela. Los costos anteriores, consideran solamente el costo del riego, no está incluido el costo de los invernaderos. La evaluación a precios sociales en este escenario, entregó un VAN de MM\$ 44,4 y una TIR de 7,1%.

En consideración a que el mandante postuló, en una reunión de análisis de resultados, un proyecto experimental de costo no superior a unos 70 millones, se procedió a efectuar un ajuste al

proyecto anterior, reduciéndolo a la mitad: 4 ha y 10 personas. Este ajuste se presenta en Anexo 7-52. El costo del proyecto resultó de MM\$52,3 y su rentabilidad social fue positiva, con un VAN de MM\$ 23,5 y una TIR de 7,2%.

Cuadro 7-10: Proyecto Alternativo El Barco, para 8 ha. Precios Sociales

Ítem	Descripción	Unidad	Cant.	P. U. Social (\$)	P. Total Social (\$)
1	Instalación de Faenas	gl	1	5.400.000	5.400.000
2	Suministro e instalación elevación solar	gl	1	12.754.500	12.754.500
3	Hormigonado G20, estanque distribución	m3	104	92.253	9.594.312
4	Acero A44-28, estanque distribución	kg	2.054	1.157	2.376.889
5	Moldaje tablero 3 usos, est. Distr.	m2	40	6.655	266.218
8	Mesa y zanja, excs. con máquina, D=200 mm	m3	232	2.236	519.609
11	Cama de arena, D=315 mm	m3	33	15.977	530.426
14	Relleno, tubería D= 200 mm	m3	140	3.223	451.039
17	Botadero, para tubería D=200 mm	m3	106	1.969	209.439
18	Manejo Botadero	m3	11	991	10.536
21	Suministro e instalación tubería D=200 mm	ml	830	21.603	17.930.269
24	Tte, colocación y prueba, D0 200 mm	ml	830	8.641	7.171.799
27	Uniones soldadura, D=200 mm	un	138	32.494	4.494.973
29	Cámaras derivación, D=200 mm	un	1	86.788	86.788
31	Cámaras de entrega, D=90 mm	un	20	70.690	1.413.800
32	Válvulas, D=200 mm	un	1	3.387.064	3.387.064
35	Válvulas, D=100 mm	un	20	1.371.446	27.428.915
36	Captaciones intra prediales	un	20	174.000	3.480.000
37	Obras especiales: cruces y otros	gl	1	3.480.000	3.480.000
38	Sub Total	\$			100.986.574
39	GG, Utilidades e Imprevistos		35	% (\$)	35.345.301
40	IVA		19	% (\$)	
41	Costo Total	\$			136.331.875

Fuente: Elaboración propia.

7.9.5. Proyecto Alternativo Embalse Rahuil

Este embalse, cuya capacidad útil es de 1.242.000 m³ para una altura total de 10 m, y una relación agua muro de 38, de acuerdo con sus características y con la hidrología, es capaz de abastecer una superficie de 176,7 h con 85% de seguridad.

El embalse tiene el inconveniente de ubicarse en la zona de Bularco, distante de la zona objeto del riego, cual es Rahuil. Además, no llega a Rahuil sino hasta un punto bajo, debiendo elevarse las aguas desde este punto para acceder al riego de Rahuil.

Bajo la condición de llegar solamente a regantes Prodesal, se procedió a identificar los potenciales beneficiarios y se definieron diferentes áreas de estudio, las que incluso consideraron sectores altos de Bularco.



Figura 7-8: Planta proyecto original embalse Rahuil

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la Figura 7-8, lo “desparramada que queda toda el área de riego. El embalse, que corresponde a la mancha roja, tiene dos elevaciones directas hacia regantes del sector de Bularco, y luego una entrega, en línea verde, que se dirige gravitacionalmente hacia Rahuil, llegando al estanque 1. Desde este estanque, se plantean dos elevaciones para llegar a los regantes Prodesal, con una amplia red de tuberías, porque están muy dispersos.

El presente análisis, corresponde a una reformulación del proyecto, que se realiza con el objetivo principal de regar Rahuil, pero sin limitar los regantes a solamente los Prodesal. En la Figura 7-9, se muestra el área de Ránquil y las curvas de nivel en el entorno del estanque 1. La línea roja corresponde a la curva de nivel 245, y encierra una superficie de 270 ha, en tanto que la línea verde corresponde a la cota 255, y cubre 417 ha. Por su parte, la línea morada corresponde a la cota 265 y cubre 595 ha y, finalmente, la línea calipso corresponde a la curva de nivel 275 y cubre 824 ha. Serán usadas como referencia para definir los diferentes sectores de riego.

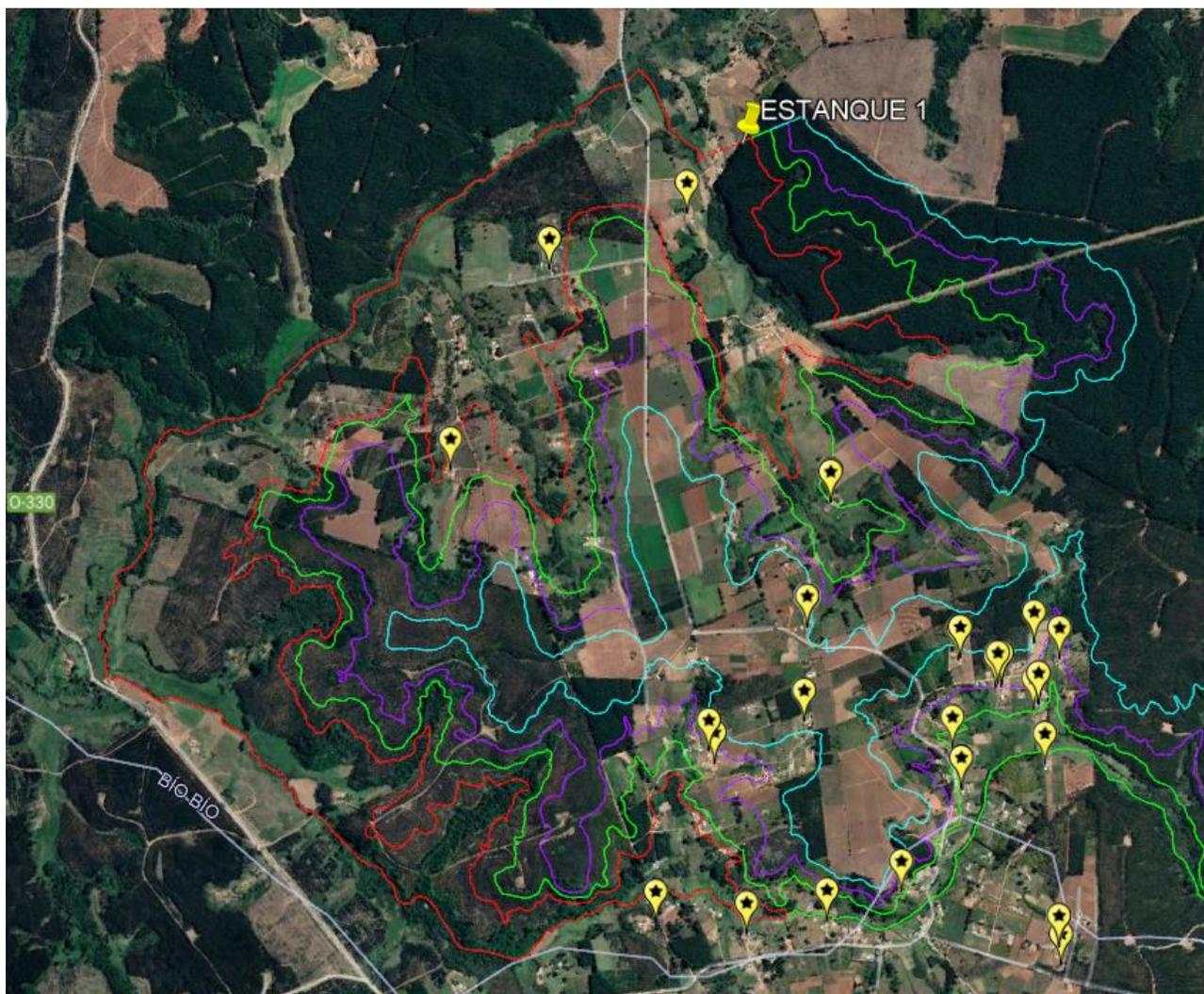


Figura 7-9: Área de riego de Rahuil

Fuente: Elaboración propia.

Bajo los conceptos planteados de regar sólo Rahuil, se eliminan las dos primeras elevaciones hacia Bularco, y el embalse entregará solamente a la tubería que llega al estanque 1, en cuyo entorno se observa una amplia área de riego de Rahuil, con muy pocos regantes Prodesal.

La reformulación del sistema, comienza por re estudiar la ubicación del estanque 1. Hecho el análisis, la primera modificación en este escenario, es que la tubería de entrega se reduce de 4,0 km a 3,45 km, manteniendo el mismo trazado. La cota de entrega del embalse es la 239 y la cota del terreno en el km 3,45 es la 233.

Además, no es práctico que el embalse entregue solamente durante 8 horas, entonces lo lógico es plantear un segundo estanque para acumular las aguas de noche. Para 177 ha, la demanda continua es de $0,83 \text{ L/s/ha} * 177 \text{ ha} = 147 \text{ L/s}$. Es decir, la tubería matriz con entrega continua del embalse debe ser diseñada para 147 L/s.

La capacidad del estanque de regulación diaria, debe ser capaz de almacenar el caudal de 147 L/s durante 16 horas, es decir, debe ser de 8.500 m^3 aproximadamente. Se plantea un estanque de $80 \text{ m} \times 80 \text{ m} \times 1,50 \text{ m}$, es decir, de 9.600 m^3 , cuyo **fondo estará a la cota 233** y su coronamiento a la cota 234,7 (20 cm de revancha). De este modo, siendo 234,7 la cota de llegada de la tubería, se dispone de un desnivel de 4,3 m hasta la cota de inicio de 239.

El desnivel anterior, permite plantear una tubería de 500 mm de diámetro para la conducción desde el Embalse hasta el Estanque, según lo muestra el Cuadro 7-11, de verificación hidráulica.

Cuadro 7-11: Verificación capacidad tubería matriz

J	Q (m ³ /s)	Q1,852	150 1,852	D	D4,869	L	Pérdida carga
0,001018	0,147	0,02869933	10718,17915	0,48	0,02805198	3450	3,51210153

Fuente: Elaboración propia

La Figura 7-9, muestra el estanque 1 en su nueva ubicación, km 3,45, y parte del área agrícola de Rahuil, separada en los 4 sectores de riego siguientes:

- SECTOR 1: 138 ha, regable 70% => 97 ha, se ubica bajo cota 245, requiere de elevación de 12 m.
- SECTOR 2: 102 ha, regable 80% => 82 ha, se ubica bajo cota 255, requiere de elevación de 22 m.
- SECTOR 3: 113 ha, regable 90% => 102 ha, se ubica bajo cota 265, requiere de elevación de 32 m.
- SECTOR 4: 127 ha, regable 60% => 76 ha, se ubica bajo cota 275, requiere de elevación de 42 m.

El porcentaje regable se obtuvo observando las imágenes de Google Earth, en las cuales se descontó al área total, el área de bosques, caminos e infraestructura. Es naturalmente aproximado, pero el total del área disponible así planteada es de 353 ha, bastante más que la superficie que se desea regar, 177 ha.

Para efectos de evaluar la rentabilidad del proyecto, se considerará el riego de los sectores más económicos por altura de elevación, sectores 1 y 2, los que en conjunto cubren las 177 ha. Esto no obsta que el día de mañana, los agricultores que se interesen por regar se ubiquen también en los sectores 3 y 4, e incluso más allá de ellos, pero será tarea de re evaluación del proyecto una vez se cuente con la lista de interesados.

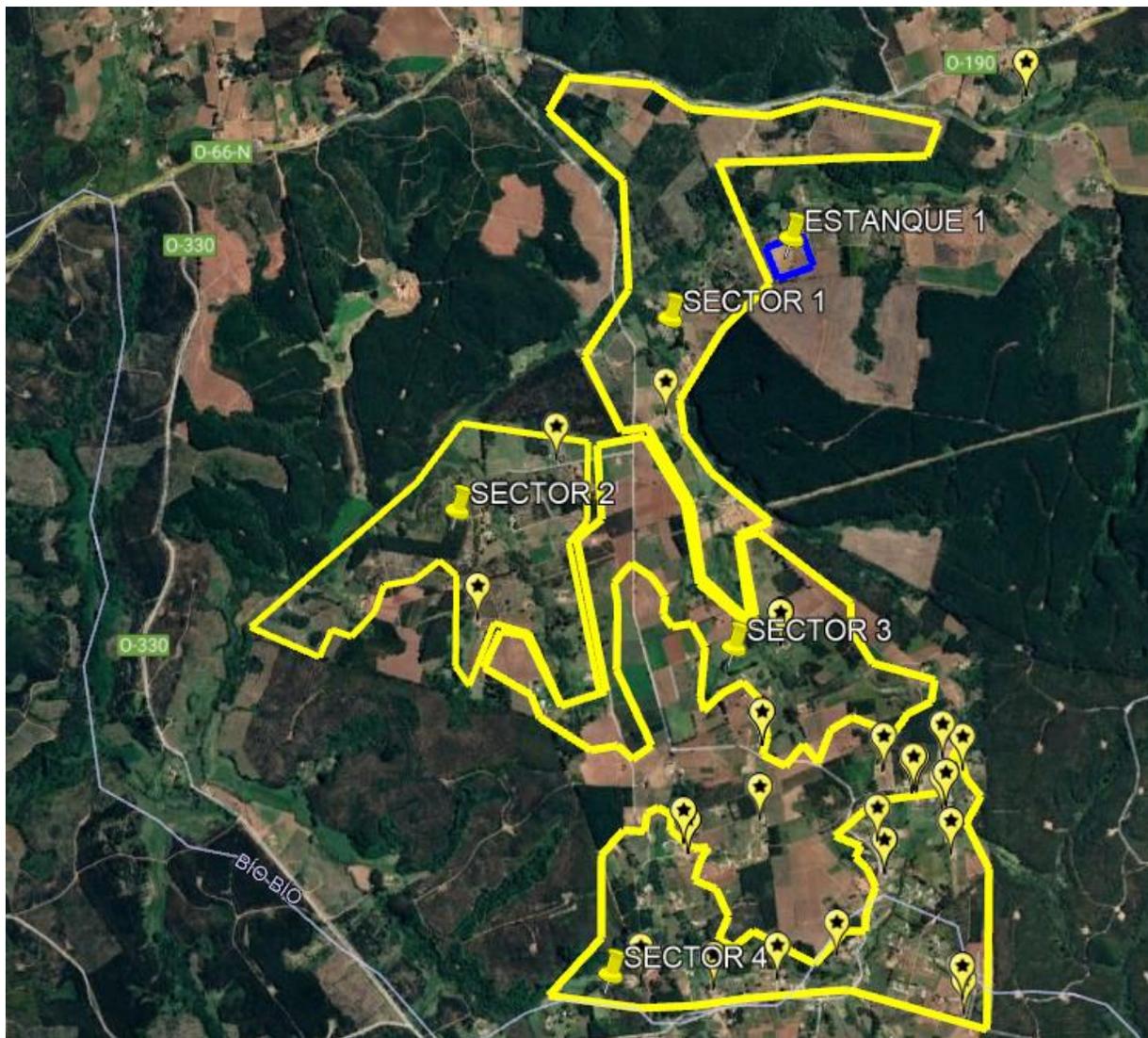


Figura 7-10: Sectores de riego posibles planteados para Rahuil

Fuente: Elaboración propia.

Para efectos de diseño, se ha considerado la distribución de tuberías que se aprecia en la Figura 7-10 para los sectores 1 y 2. Se recomienda, para llegar a los regantes de los sectores 3 y 4, hacer un análisis del interés a nivel del estudio de prefactibilidad, ya que significa mayor elevación y el proyecto se encarece, pero hay cierto margen aún para ello.

En el sector 1, se consideran 2 matrices y un derivado, dibujados en color azul, con las siguientes características:

- Matriz 1, hasta derivado 1: $L = 550$ m, $S = 65$ ha, $q = 163$ L/s, se postula diámetro de tubería 450 mm.
- Matriz 1, después derivado 1: $L = 2.490$ m, $S = 47$ ha, $q = 118$ L/s, diámetro 450 mm.
- Derivado 1: $L = 960$ m, $S = 18$ ha, $q = 45$ L/s, diámetro 315 mm.
- Matriz 2: $L = 1.520$ m, $S = 32$ ha, $q = 80$ L/s, diámetro 355 mm.

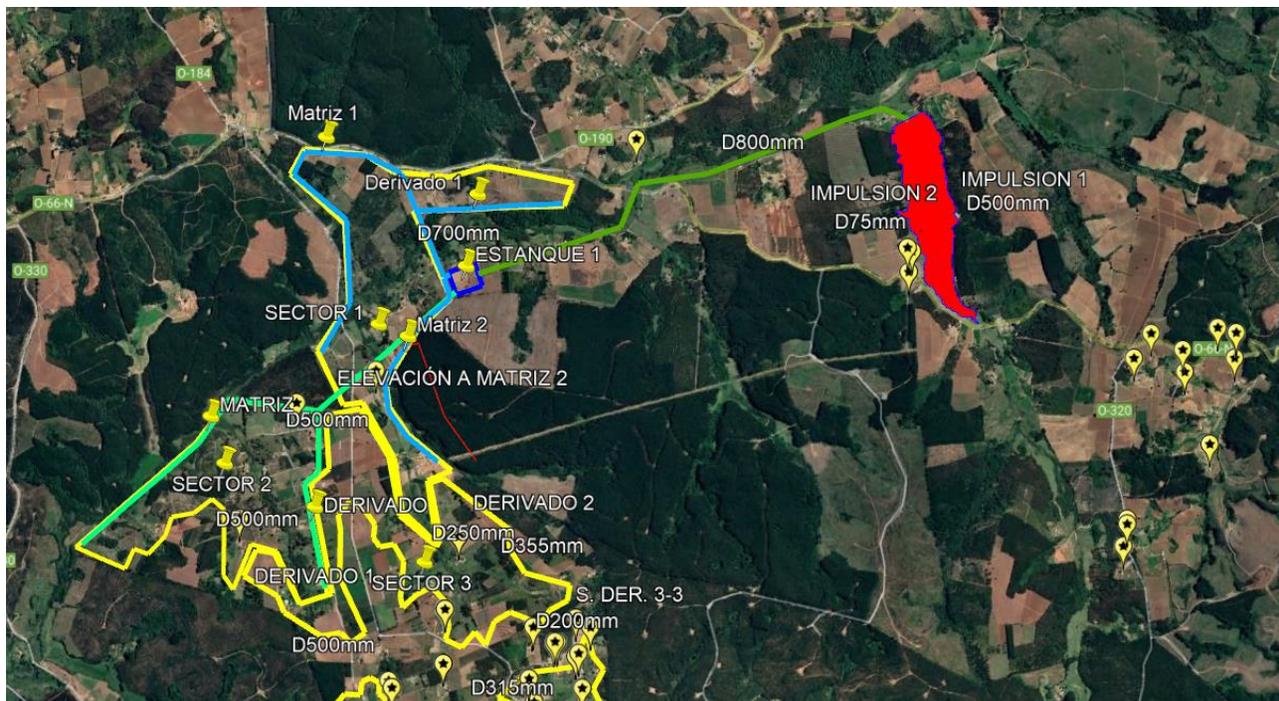


Figura 7-11: Planta proyecto embalse Rahuil alternativo

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 7-11, el área de inundación del embalse está coloreada con rojo, la tubería matriz con verde, el estanque de regulación diaria con azul, los canales hacia el sector 1 con celeste, los canales hacia el sector 2 con verde claro y las áreas de riego con amarillo.

En Anexo 7-52, se presenta el costo a precios sociales, tanto de las obras de embalse como el de las obras de distribución, los que en conjunto suman la cantidad de MM\$5.904,4. La evaluación económica indicó que el proyecto resultó rentable, con un VAN de MM\$ 905,7 y una TIR de 6,7 %.

Como resultado final de este análisis complementario, se obtuvo que los 4 proyectos alternativos, basados en llegar no solamente a agricultores Prodesal, resultaron de características muy diferentes, pero rentables.

8. ANÁLISIS AMBIENTAL, DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RESTRICCIÓN AMBIENTAL Y ANÁLISIS DE PERTINENCIA DE INGRESO AL SEIA

8.1. Introducción

En el presente capítulo se desarrolla un estudio ambiental del área de estudio, el cual tiene como objetivo analizar la potencial afectación del medio, producto de la construcción e implementación de las alternativas de proyectos propuestos para evaluación, así como también la pertinencia para el ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en complemento con una estimación de costos ambientales.

Como se ha indicado en capítulos previos, se ha propuesto para evaluación cinco proyectos, tres en zona 1 y dos en zona 2, los cuales son analizados respecto a las implicancias ambientales de los mismos dentro del área de estudio, identificando potenciales áreas de restricción ambiental. De igual forma, se desarrolla un análisis respecto a la pertinencia de ingreso para evaluación en el SEIA de los proyectos propuestos, los cuales son presentados en el Cuadro 8-1. La ubicación espacial de estos, es posible apreciar en Figura 8-1 a Figura 8-4.

Cuadro 8-1: Alternativas de proyecto en análisis

#	Nombre Alternativas de Proyecto	Tipo de Proyecto	Fuente	Zona
1	Impulsión Cementerio Uvas Blancas y Otros	Construcción Impulsión y distribución	Río Itata	Zona 1
2	Impulsión El Barco y Otros	Construcción Impulsión y distribución	Río Itata	Zona 1
3	Impulsión El Galpón y otros	Construcción Impulsión y distribución	Río Itata	Zona 1
4	Embalse Ránquil	Construcción Acumulación y distribución	Estero Ránquil	Zona 2
5	Embalse Rahuil	Construcción Acumulación y distribución	Estero Conuco	Zona 2

Fuente: Elaboración propia.

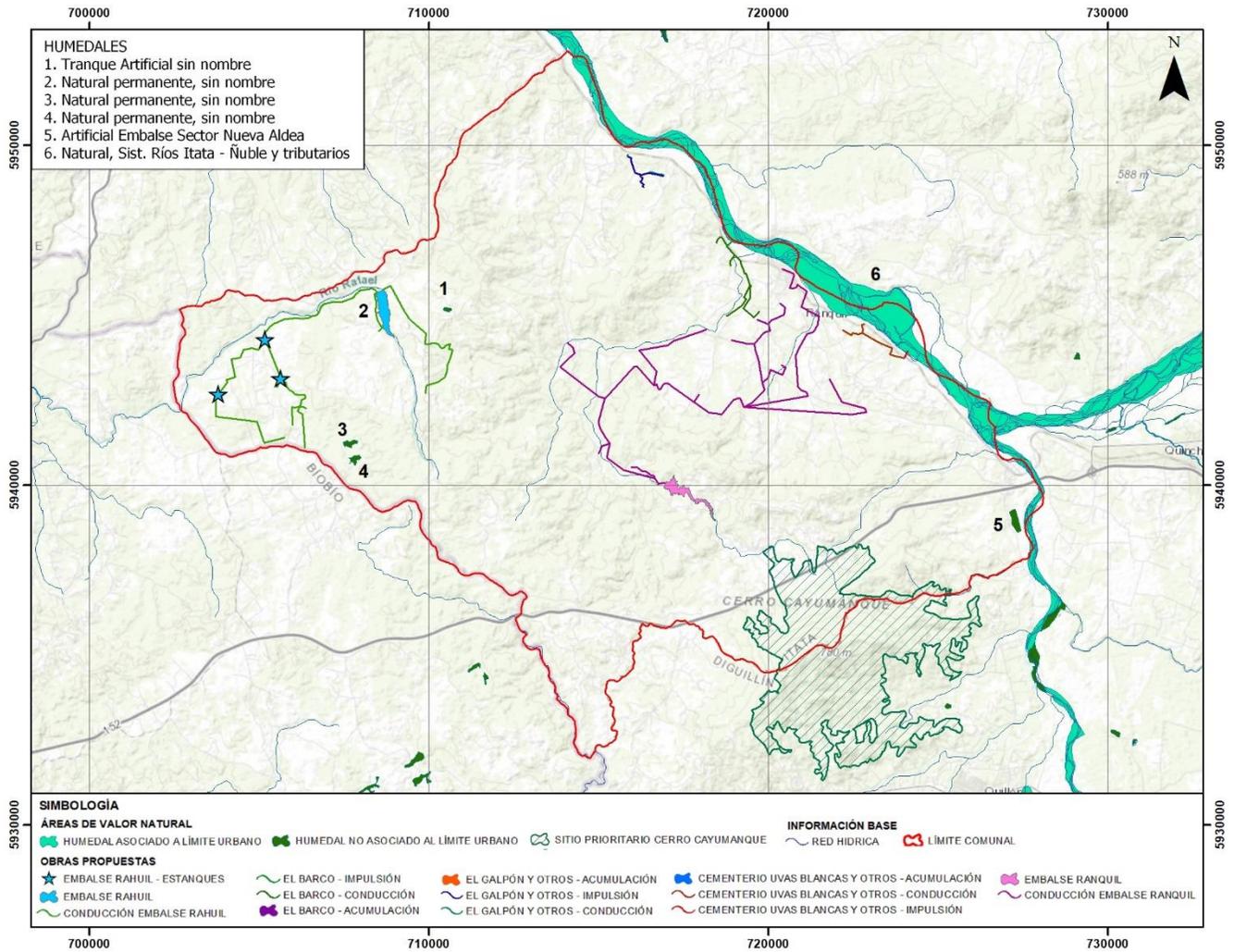


Figura 8-1: Ubicación de proyectos en análisis

Fuente: Elaboración propia, con base en información MMA y antecedentes generados en el Estudio.

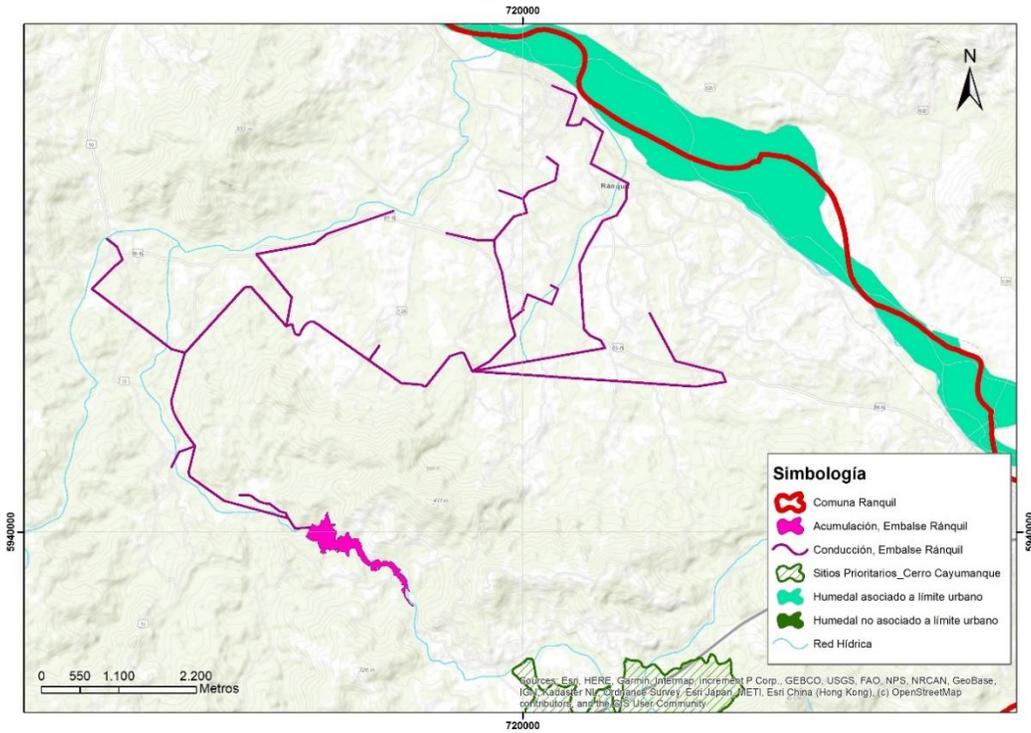


Figura 8-2: Ubicación de proyecto Embalse Ránquil

Fuente: Elaboración propia, con base en información MMA y antecedentes generados en el Estudio.

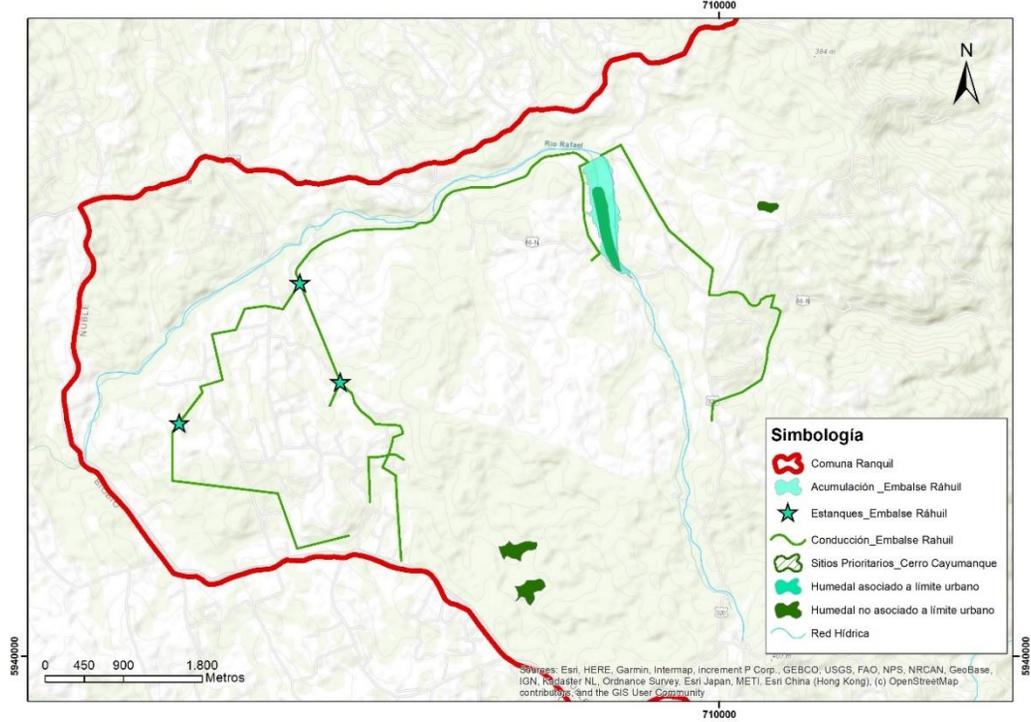


Figura 8-3: Ubicación de proyectos Embalse Rahuil

Fuente: Elaboración propia, con base en información MMA y antecedentes generados en el Estudio.

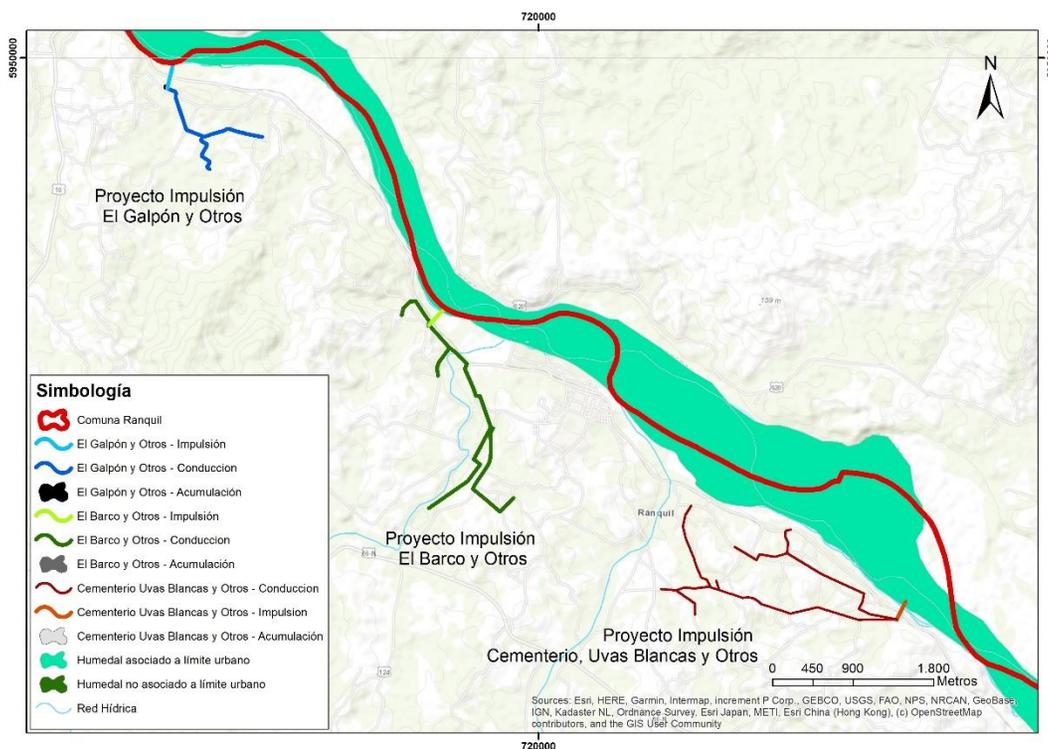


Figura 8-4: Ubicación de proyectos de Impulsión

Fuente: Elaboración propia, con base en información MMA y antecedentes generados en el Estudio.

Adicionalmente, se consideran 3 alternativas de proyectos alternativos: Proyecto Alternativo Embalse Rahuil, Proyecto Alternativo El Barco y el Proyecto Alternativo Impulsión Cementerío, Uvas Blancas y Otros. Estas tres iniciativas se presentan a nivel de idea, por lo que no se encuentran consideradas dentro del análisis ambiental.

8.2. Zonas de Restricción Ambiental

El objetivo de este apartado es definir zonas donde se deba tener mayor resguardo debido a su condición ambiental (Zonas de Restricción Ambiental). Estas zonas quedan definidas por altos valores de Sensibilidad Ambiental, cuyos atributos son de importancia para el ecosistema o entorno y, por tanto, resultan relevantes de considerar al momento de planificar el desarrollo de actividades, en especial aquellas que mantienen una agresividad ambiental elevada, prohibiendo o limitando el desarrollo de estas actividades en las zonas en cuestión.

El planteamiento metodológico para establecer la valoración de los niveles de sensibilidad ambiental, corresponde al desarrollo de un análisis cruzado de antecedentes referidos a los factores Importancia Ecológica y vulnerabilidad por componente de interés, lo que en términos numéricos corresponde al promedio aritmético entre la ponderación de estos factores. Particularmente en este análisis se considera la evaluación de los componentes flora y vegetación terrestre, fauna terrestre, flora y fauna acuática y, equipamiento e infraestructura.

Conceptualmente la Importancia Ecológica se describe incorporando aspectos asociados al funcionamiento del ecosistema y la naturalidad de este. Para aquellos componentes en que no sea aplicable este concepto (ej.: medio social) simplemente se omite la evaluación.

Por su parte, la vulnerabilidad, se entenderá como la susceptibilidad de un determinado componente a sufrir efectos adversos y su capacidad de recuperarse frente a una determinada intervención o absorber exitosamente un impacto.

De igual forma, se incorpora como antecedente territorial para identificar zonas de restricción ambiental, todos aquellos territorios previamente definidos, como zonas de resguardo, restricción o protección, en Instrumentos de Planificación Territorial en el área de estudio, así como también todas aquellas zonas de protección oficial para la conservación reconocidas por el Ministerios de Medio Ambiente.

8.2.1. Sensibilidad Ambiental

En el Cuadro 8-2, se presenta las categorías utilizadas para la definición de la importancia ecológica, su valoración numérica y el contexto relacionado para cada una de estas.

Cuadro 8-2: Importancia ecológica

Nivel	Valor	Factores Ambientales			
		Flora y Vegetación Terrestre	Fauna Terrestre	Flora y Fauna Acuática	Equipamiento e infraestructura
Alto	3	Presencia de especies Endémicas	Presencia de especies Endémicas	Presencia de especies Endémicas	-
Medio	2	Presencia de especies nativas	Presencia de especies nativas	Presencia de especies nativas	-
Bajo	1	Presencia de especies Introducidas	Presencia de especies Introducidas	Especies introducidas y/o domesticas	-

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, las categorías de vulnerabilidad se presentan en el Cuadro 8-3, junto a su valoración numérica y el contexto considerado para cada una de estas.

Cuadro 8-3: Vulnerabilidad

Nivel	Valor	Factores Ambientales			
		Flora y Vegetación Terrestre	Fauna Terrestre	Flora y Fauna Acuática	Equipamiento e infraestructura
Alto	3	Formación vegetal con al menos una especie. en Peligro o peligro Crítico	Al menos una especie. en Peligro o peligro Crítico	Al menos una especie en Peligro o peligro Crítico	Presencia de Interferencias con afectación directa al uso, tradiciones y costumbres.
Medio	2	Formación vegetal con al menos una especie	Al menos una especie Vulnerable, casi	Al menos una especie Vulnerable, casi	Presencia de interferencias sin

Cuadro 8-3: Vulnerabilidad

Nivel	Valor	Factores Ambientales			
		Flora y Vegetación Terrestre	Fauna Terrestre	Flora y Fauna Acuática	Equipamiento e infraestructura
		Vulnerable, casi amenazada, datos insuficientes, insuficientemente conocida, rara.	amenazada, datos insuficientes, insuficientemente conocida, rara.	amenazada, datos insuficientes, insuficientemente conocida, rara.	afectación directa al uso, tradiciones y costumbres.
Bajo	1	Formación vegetal con especies fuera de peligro, preocupación menor, sin categoría	Especies fuera de peligro, preocupación menor, sin categoría	Especies fuera de peligro, preocupación menor, sin categoría	Sin afectación

Fuente: Elaboración propia.

A partir del cruce entre las condiciones de importancia ecológica y vulnerabilidad, la sensibilidad queda definida de acuerdo con lo expresado en la matriz expuesta en Cuadro 8-4.

Cuadro 8-4: Matriz cálculo sensibilidad

SENSIBILIDAD			Importancia Ecológica		
			Bajo	Medio	Alto
			1	2	3
Vulnerabilidad	Bajo	1	1	1,5	2
	Medio	2	1,5	2	2,5
	Alto	3	2	2,5	3

Fuente: Elaboración propia.

En este contexto, se presenta en adelante un análisis de sensibilidad ambiental general para cada componente, de modo de reconocer aquellos que puedan resultar con mayor grado de susceptibles a los impactos derivados de las alternativas de proyecto en evaluación. En el Cuadro 8-5, Cuadro 8-6 y Cuadro 8-7 se presentan respectivamente las valoraciones determinadas para la Importancia Ecológica, Vulnerabilidad y Sensibilidad.

Cuadro 8-5: Valoración Importancia ecológica

ID Proyecto	Componentes Ambientales			
	Flora y Vegetación Terrestre	Fauna Terrestre	Flora y Fauna Acuática	Equipamiento e infraestructura
Impulsión Cementerio Uvas Blancas y Otros	1	2	3	-
Impulsión el Barco y Otros	1	2	3	-
Impulsión El Galpón y otros	1	2	3	-
Embalse Ránquil	2	2	1	-
Embalse Rahuil	2	2	1	-

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 8-6: Valoración Vulnerabilidad

ID Proyecto	Componentes Ambientales			
	Flora y Vegetación Terrestre	Fauna Terrestre	Flora y Fauna Acuática	Equipamiento e infraestructura
Impulsión Cementerio Uvas Blancas y Otros	1	3	3	2
Impulsión el Barco y Otros	1	3	3	2
Impulsión El Galpón y otros	1	3	3	2
Embalse Ránquil	1	3	1	2
Embalse Rahuil	1	3	1	2

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 8-7: Valoración sensibilidad

ID Proyecto	Componentes Ambientales			
	Flora y Vegetación Terrestre	Fauna Terrestre	Flora y Fauna Acuática	Equipamiento e infraestructura
Impulsión Cementerio Uvas Blancas y Otros	1	2,5	3	2
Impulsión el Barco y Otros	1	2,5	3	2
Impulsión El Galpón y otros				
Embalse Ránquil	1,5	2,5	1	2
Embalse Rahuil	1,5	2,5	1	2

Fuente: Elaboración propia.

8.2.2. Zonas de Restricción Ambiental

Las Zonas de Restricción Ambiental se han definido según se indica en Cuadro 8-8.

Cuadro 8-8: Descripción zonas de restricción ambiental (ZRA)

Componentes Afectado	CODIGO ZRA	Antecedentes	Proyecto
Flora y fauna acuática	ZRA_ffa	Zona de humedal con fauna acuática con gran endemismo, reconociéndose especies ícticas con problemas de conservación en toda la cuenca del Itata. Actualmente se encuentra integrado en Inventario Nacional de Humedales del Ministerio de Medio Ambiente (año 2020), clasificado como humedal asociado al límite urbano, lo cual podría implicar una futura figura de protección mediante la aplicación de la Ley de Humedales Urbanos.	- Impulsión Cementerio - Impulsión Barco - Impulsión Galpón

Cuadro 8-8: Descripción zonas de restricción ambiental (ZRA)

Componentes Afectado	CODIGO ZRA	Antecedentes	Proyecto
Flora y Fauna Terrestre	ZR_fft	Zona circundante a cauce superficial, con vegetación mixta de especies introducidas y nativas. Se vincula con curso de agua superficial permanente con sensibilidad alta, dado su vulnerabilidad por la actividad antrópica cercana. Corresponde a una zona de potencial hábitat para especies de fauna terrestre con problemas de conservación.	-Embalse Ránquil
Fauna Terrestre	ZR_fat	Zona de humedal vincula con curso de agua superficial con sensibilidad alta, dado su vulnerabilidad por la actividad agrícola circundante. Zona potencial para hábitat de especies de fauna terrestre con problemas de conservación. Actualmente se encuentra integrado en Inventario Nacional de Humedales del Ministerio de Medio Ambiente (año 2020), clasificado como humedal no asociado a límite urbano. Mantiene una importancia ecológica como soporte de biodiversidad. Si bien no se tienen antecedentes particulares de especies de interés para la conservación, se recomienda realizar estudios de mayor detalle en terreno, incorporando la importancia cultural que pueda llegar a tener este sitio.	-Embalse Rahuil
Calidad de Agua	ZRA_ca	Curso de agua apropiada para el desarrollo agrícola y la vida silvestre. Mantiene una sensibilidad alta ante una eventual intervención del cauce y su entorno.	- Embalse Ránquil - Embalse Rahuil
Equipamiento e Infraestructura	ZR_ei	Cruces de camino. En etapa de construcción si no se toman las medidas adecuadas, es posible que se generen perjuicios en el uso habitual en la red vial intervenida.	-Impulsión Cementerio - Impulsión Barco - Impulsión Galpón - Embalse Ránquil - Embalse Rahuil

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta desde la Figura 8-5 a Figura 8-9 las Zona de Restricción Ambiental asociada a cada proyecto analizado.

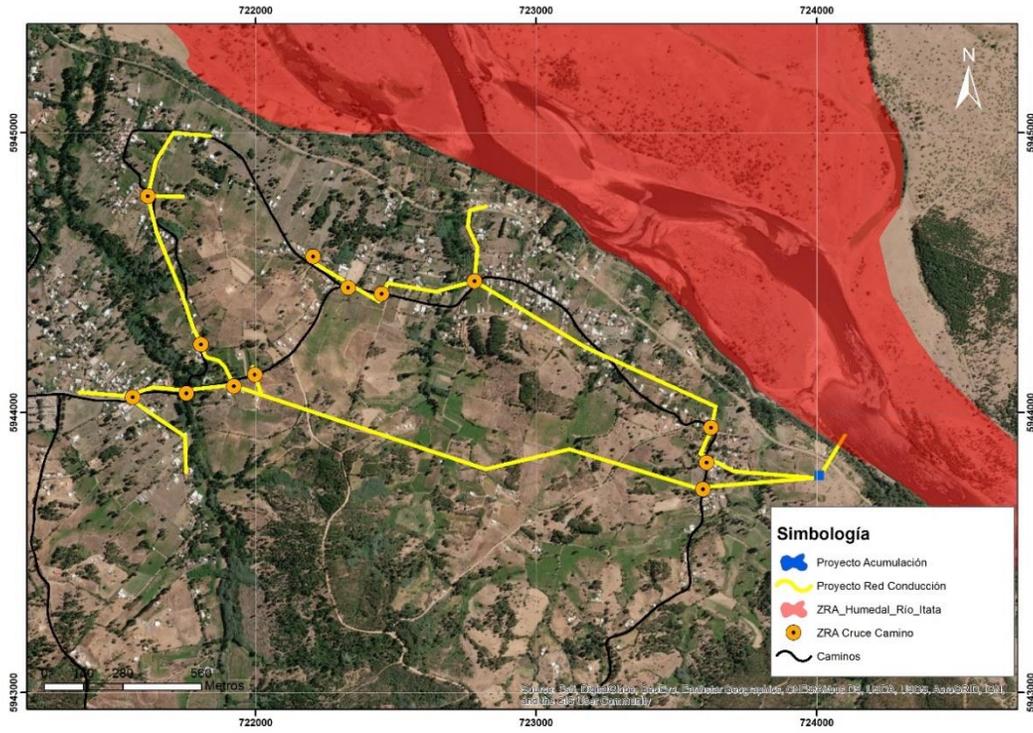


Figura 8-5: Zonas de restricción ambiental proyecto Impulsión Cementerio Uvas Blancas y Otros (Zona 1)

Fuente: Elaboración propia.

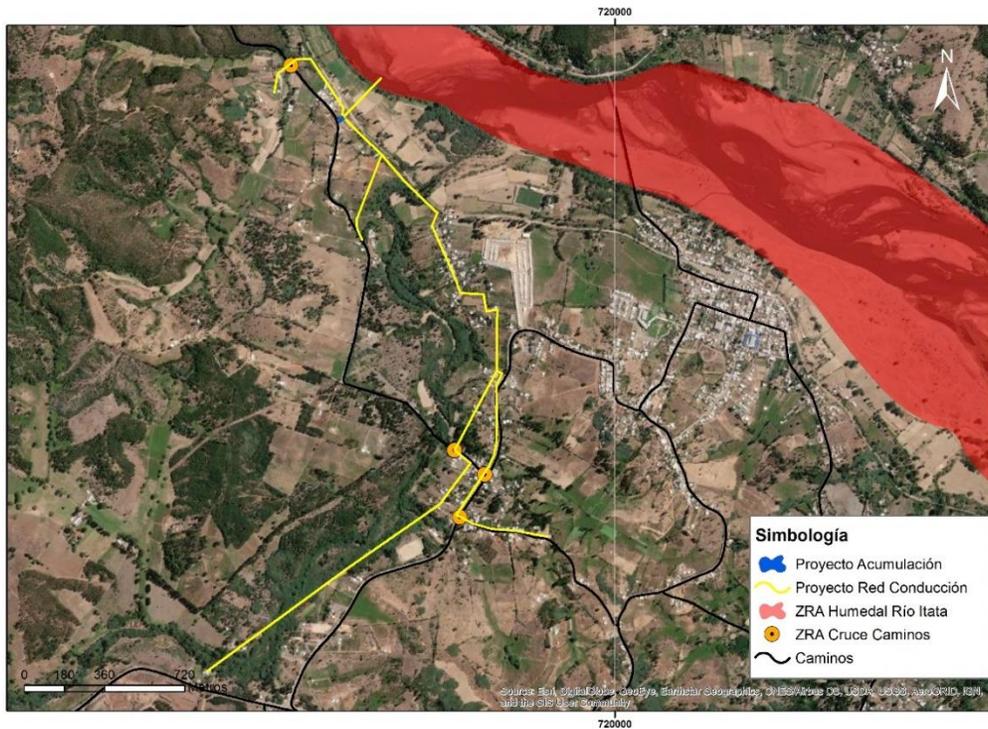


Figura 8-6: Zonas de restricción ambiental proyecto Impulsión El Barco y Otros (Zona 1)

Fuente: Elaboración propia.

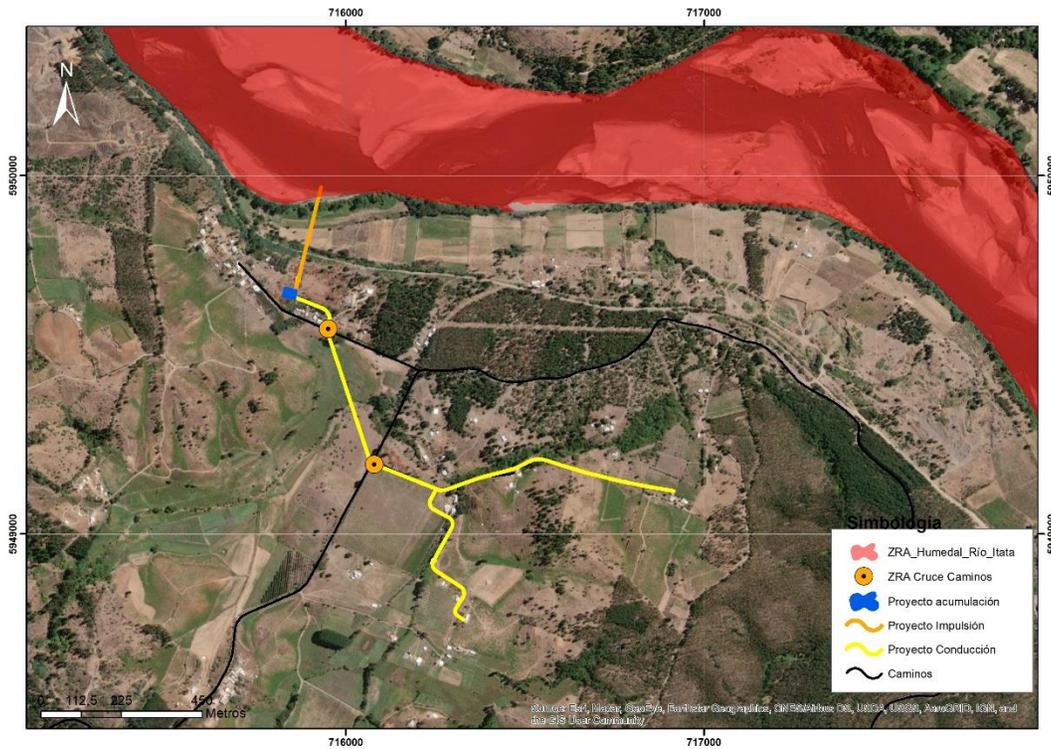


Figura 8-7: Zonas de restricción ambiental proyecto Impulsión El Galpón y Otros (Zona 1)

Fuente: Elaboración propia.

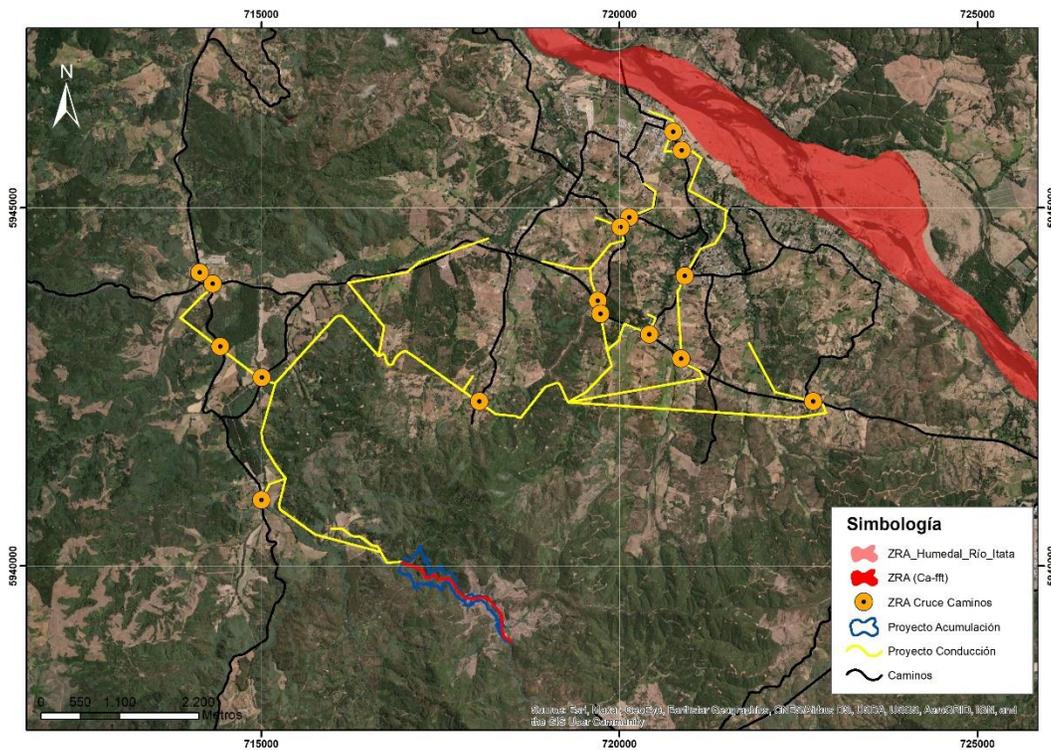


Figura 8-8: Zonas de restricción ambiental Proyecto Embalse Ránquil (Zona 2)

Fuente: Elaboración propia.

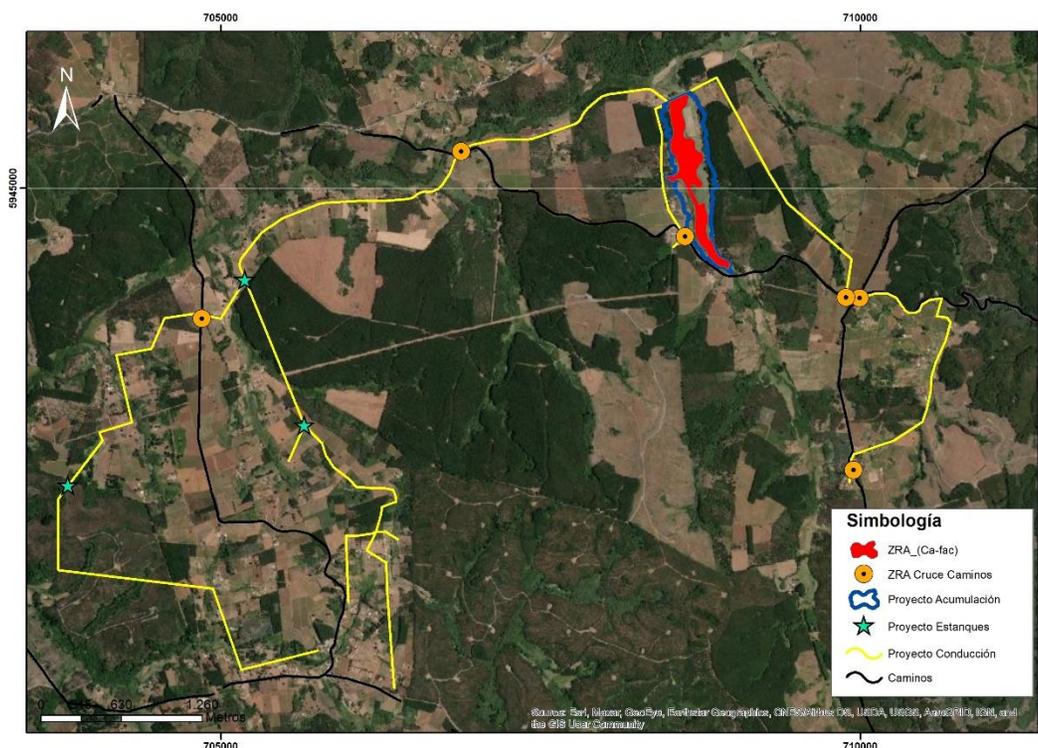


Figura 8-9: Zonas de restricción ambiental proyecto Embalse Rahuil (Zona 2)

Fuente: Elaboración propia.

8.3. Análisis de Pertinencia de Ingreso al SEIA

8.3.1. Análisis Legislación Ambiental

Para el presente análisis, se toma como referencia la Ley N° 19.300/94, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, la Ley N° 20.417, que la complementa y modifica; y el Decreto N° 40/12 del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

8.3.1.1. Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente

El artículo 10 en sus letras a) a s), establece los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, y que, por lo tanto, están obligados a someterse al SEIA para su evaluación ambiental. De ello, interesa analizar la letra a), que indica;

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

Por su parte, el **artículo 294 del Código de Aguas** señala que “requerirán la aprobación del Director General de Aguas, de acuerdo al procedimiento indicado en el Título I del Libro Segundo, la construcción de las siguientes Obras:

- a) Los embalses de capacidad superior a 50.000 metros cúbicos o cuyo muro tenga más de 5 metros de altura;
- b) Los acueductos que conduzcan más de 2 metros cúbicos por segundo;
- c) Los acueductos que conduzcan más de medio metro cúbico por segundo, que se proyecten próximos a zonas urbanas, y cuya distancia al extremo más cercano del límite urbano sea inferior a un kilómetro y la cota de fondo sea superior a diez metros sobre la cota de dicho límite, y
- d) Los sifones y canoas que crucen cauces naturales.

Quedan exceptuadas de cumplir los trámites y requisitos a que se refiere este artículo, los Servicios dependientes del Ministerio de Obras Públicas, los cuales deberán remitir los proyectos de obras a la Dirección General de Aguas, para su conocimiento, informe e inclusión en el Catastro Público de Aguas”.

De igual forma en el Artículo 10 se incorporan otros aspectos por los cuales los proyectos podrían ingresar al SEIA para evaluación, siendo pertinente analizar para este Estudio los indicados en la letra p y s, señalado a continuación:

p) Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas, humedales urbanos o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita.

s) Ejecución de obras o actividades que puedan significar una alteración física o química a los componentes bióticos, a sus interacciones o a los flujos ecosistémicos de humedales que se encuentran total o parcialmente dentro del límite urbano, y que impliquen su relleno, drenaje, secado, extracción de caudales o de áridos, la alteración de la barra terminal, de la vegetación azonal hídrica y ripariana, la extracción de la cubierta vegetal de turberas o el deterioro, menoscabo, transformación o invasión de la flora y la fauna contenida dentro del humedal, indistintamente de su superficie.

El Artículo N° 11 de la Ley N° 19.300/94, en sus letras a) a f), establece los proyectos o actividades que requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), o en su defecto una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), en base a si generan o presentan algunos efectos, características o circunstancias siguientes:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos;
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;

- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos;
- Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona, y
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

8.3.1.2. Decreto Supremo Nº 40 de 2013 (Reglamento del SEIA)

El Art. 3 del Reglamento del SEIA indica los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, y que deben someterse al SEIA. De ello, se mencionan a continuación aquellos relacionados con la presente consultoría, correspondientes a la letra a).

a) *Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas. Presas, drenajes, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas, incluyendo a los glaciares que se encuentren incorporados como tales en un Inventario Público a cargo de la Dirección General de Aguas. Se entenderá que estos proyectos o actividades son significativos cuando se trate de:*

a.1. *Presas cuyo muro tenga una altura superior a cinco metros (5 m) medidos desde el coronamiento hasta el nivel del terreno natural, en el plano vertical que pasa por el eje de éste y que soportará el embalse de las aguas, o que generen un embalse con una capacidad superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³).*

a.2. *Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cuerpos de aguas continentales, en una cantidad igual o superior a veinte mil metros cúbicos (20.000 m³) de material total a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Atacama, o en una cantidad de cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³) de material total a extraer y/o a remover, tratándose de las Regiones de Coquimbo a la Región de Magallanes y Antártica Chilena, incluida la Región Metropolitana de Santiago. Dragado de fango, grava, arenas u otros materiales de cursos o cuerpos de aguas marítimas, en una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m³) de material total a extraer y/o a remover. Se entenderá por dragado la extracción y/o movimiento de material del lecho de cuerpos y cursos de aguas continentales o marítimas, por medio de cualquier tipo de maquinaria con el objeto de ahondar y/o limpiar.*

El Art. 4 del Reglamento del SEIA, señala que el titular de un proyecto o actividad que se someta al SEIA, lo hará presentando una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), salvo que dicho proyecto o actividad genere o presente alguno de los efectos, características o circunstancias contempladas en el artículo 11 de la Ley y en los artículos siguientes de este Título (5 al 10), en cuyo caso deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

8.3.2. Pertinencia de Ingreso

De acuerdo al Art. 3 del Reglamento del SEIA, se presentan proyectos que deben ingresar al SEIA por contemplarse las obras y acciones señaladas en las letras a.1 y en las letras a) del Art. 10 de la Ley 19.300. En el Cuadro 8-9 se presenta una síntesis del análisis de pertinencia de ingreso al SEIA para cada alternativa en evaluación.

Cuadro 8-9: Análisis de pertinencia de ingreso al SEIA

ID	Alternativas de Proyecto	Embalsamiento Mayor a 50.000 m ³	Muro mayor a 5 m	Acueductos mayores a 2 m ³ /s	Dragado Mayor 50.000 m ³ de Arena	Ejecución en sitios de protección oficial	Alteración física o química en Humedal (*)	Pertinencia Ingreso SEIA
1	Impulsión Cementerio Uvas Blancas y Otros	NO	NO	NO	S/I	NO	SI	Ingresa
2	Impulsión el Barco y Otros	NO	NO	NO	S/I	NO	SI	Ingresa
3	Impulsión El Galpón y otros	NO	NO	NO	S/I	NO	SI	Ingresa
4	Embalse Ránquil	SI	SI	NO	S/I	NO	NO	Ingresa
5	Embalse Rahuil	SI	SI	NO	S/I	NO	NO	Ingresa

(*): Para humedales que se encuentran total o parcialmente dentro del límite urbano.

S/I: Sin Información.

Fuente: Elaboración propia.

8.3.3. Modalidad de Ingreso: Análisis de los Artículos del 5 al 11 del Reglamento del SEIA

La modalidad de ingreso al SEIA de los proyectos en análisis, quedan definidos si se presenta uno o más condiciones contempladas en los artículos 5 al 10 del Reglamento D.S. N° 40 de 2013, los que se detallan a continuación:

- **Art. N°5:** Riesgo para la salud de la población debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos.
- **Art. N°6:** Efecto adverso significativo sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos suelo, agua y aire. Deberá ponerse especial énfasis en aquellos recursos propios del país que sean escasos, únicos o representativos.

- **Art. N°7:** Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.
- **Art. N°8:** Localización y valor ambiental del territorio.
- **Art. N°9:** Valor paisajístico o turístico. Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona. Se entenderá que una zona tiene valor paisajístico cuando, siendo perceptible visualmente, posee atributos naturales que le otorgan una calidad que la hace única y representativa.
- **Art. N°10:** Alteración del patrimonio cultural. Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

En el Cuadro 8-10 se resume el análisis de la modalidad de ingreso de los proyectos al SEIA, sobre la base de lo contemplado en los artículos 5 al 10 del Reglamento D.S. N° 40 de 2013. Este análisis preliminar, deberá ser corroborado o modificado en una etapa posterior del Estudio, a partir del cual se cuente con antecedentes de mayor detalle mediante la realización de una línea de base para las componentes ambientales de interés.

Cuadro 8-10: Resumen modalidad de ingreso a SEIA

ID	Alternativas de Proyecto	N° Artículo Reglamento D.S. N° 40						Modalidad de Ingreso (*)
		5	6	7	8	9	10	
1	Impulsión Cementerio Uvas Blancas y Otros	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	DIA
2	Impulsión el Barco y Otros	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	DIA
3	Impulsión El Galpón y otros	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	DIA
1	Embalse Ránquil	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	DIA
2	Embalse Rahuil	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	DIA

(*) Sujeto a modificación en etapas posteriores de estudio con la realización de una línea de base.

Fuente: Elaboración propia.

8.4. Costos Ambientales

Este apartado tiene por objeto presentar la estimación de los costos ambientales asociadas a los proyectos en evaluación, de acuerdo a las medidas que se requieran tomar en función de las actividades asociadas a las etapas de construcción y operación, y las características de diseños propias de cada alternativa.

Para todos los proyectos se presentan los costos asociados a informes puntuales vinculados a Permisos Ambientales Sectoriales (PAS), así como también los costos derivados del desarrollo de las

Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) para los proyectos que lo requieren. En Anexo 3-1 se presenta planilla base de cálculo donde se detalla los costos ambientales de cada proyecto.

En el Cuadro 8-11, se puede apreciar los Permisos Ambientales Sectoriales (PAS) atingentes a los proyectos en evaluación y costos asociados, en tanto en Cuadro 8-12 se presenta un desglose de costos para cada alternativa de proyecto.

Cuadro 8-11: Costos permisos ambientales sectoriales

Artículo N°	Extracto Permiso	Tipo de Obra	Unidad	Precio Unitario (UF)
PAS 138	Permiso para la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final de desagües, aguas servidas de cualquier naturaleza.	Sistema que asegure la acumulación y disposición apropiada de los residuos líquidos domésticos de la instalación de faena	gl	50
PAS 140	Construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase o para la instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase.	Instalación de un lugar para acumular basuras y desperdicios, provenientes de los frentes de trabajo	gl	50
PAS 142	Permiso para todo sitio destinado al almacenamiento de residuos peligrosos.	Lugar adecuado en la faena para almacenar temporalmente los desechos generados por el uso de combustible, aceites, grasas, paños y elementos sólidos en general.	gl	75
PAS 155	Permiso para la construcción de ciertas obras hidráulicas.	Embalses, y acueductos de acuerdo con artículo 294º del D.F.L. N° 1.122, de 1981	gl	75
PAS 156	Permiso para efectuar modificaciones de cauce. A excepción de: (1) obras de regularización o defensa que se realicen en cauces naturales, que requerirán PAS 157; (2) obras de construcción, modificación, cambio y unificación de bocatomas, que deberán presentar de forma sectorial los antecedentes señalados en el artículo 151º del D.F.L. N° 1.122, Código de Aguas.	Cambio de trazado, alteración o sustitución de cualquier obra de arte (existente o por construir).	gl	75
PAS 157	Permiso para efectuar obras de regularización o defensa de cauces naturales.	Obras de enrocado, gaviones y otros	gl	75
PAS 160	Permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales o para construcciones fuera de los límites urbanos.	Instalación de faenas fuera del radio urbano	gl	50

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 8-12: Costos permisos ambientales sectoriales por proyecto

COD Alternativas	PAS 138	PAS 140	PAS 142	PAS 155	PAS 157	PAS 160	TOTAL PAS
Impulsión Cementerio Uvas Blancas y Otros	50	50	75	-	-	50	225
Impulsión el Barco y Otros	50	50	75	-	-	50	225
Impulsión El Galpón y otros	50	50	75	-	-	50	225
Embalse Ránquil	50	50	75	75	75	50	375
Embalse Rahuil	50	50	75	75	75	50	375

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los costos por Declaración de Impacto Ambiental (DIA), estos se presentan en Cuadro 8-13. Se ha considerado para efectos de cálculo una duración de 6 meses para cada declaración, tiempo en el que se contempla: Preparación de informe, honorario de profesionales, terrenos de inspección, tomas de muestras, gastos administrativos e imprevistos. De igual forma se ha considerado la necesidad de atención de 2 rondas de Adendas.

Cabe destacar que en el presente análisis no se ha considerado el costo de potenciales medidas ambientales, las cuales son requeridas de acuerdo con la normativa en el caso que los proyectos deban ingresar al SEIA por medio de un EIA.

Cuadro 8-13: Costos de declaraciones de impacto ambiental (DIA) por proyecto

Alternativas	Costos DIA
Impulsión Cementerio Uvas Blancas y Otros	690
Impulsión el Barco y Otros	690
Impulsión el Galpón y Otros	690
Embalse Ránquil	815
Embalse Rahuil	815

Fuente: Elaboración propia.

8.5. Conclusiones

A partir de los antecedentes bibliográficos analizados, es posible concluir que existen zonas dentro del área de estudio, que por sus características de sensibilidad ambiental deberían mantener restricciones de uso que aseguren el menor impacto en ellos, lo cual, se recomienda sea corroborado en etapas posteriores de análisis, con antecedentes de mayor precisión recopilados en terreno. En este contexto, se destacan las siguientes Zonas de Restricción Ambiental potenciales:

- Zona de humedal, en torno a río Itata. Potencial afectación de componente flora y fauna acuática en etapa de construcción en proyectos de impulsión.
- Zona de humedal, en torno a estero Conuco. Potencial afectación de componente fauna terrestre asociada, en etapa de construcción de proyecto de embalse.

- Zona de entorno a estero Ránquil. Potencial afectación de componente Flora y fauna terrestre, en etapa de construcción de proyecto de embalse.
- Curso de agua estero Ránquil y estero Conuco. Potencial afectación en calidad de agua en etapa de construcción de embalse.
- Cruces de camino con red de conducción. Potencial afectación en uso de red vial por instalación de conducciones de agua de riego en proyectos todos los proyectos analizados.

Respecto al análisis de pertinencia de ingreso al SEIA efectuado, se concluye que:

- A partir de los antecedentes analizados, todos los proyectos en evaluación deberían preliminarmente ingresar al SEIA. Las obras de embalse de acuerdo a lo indicado en **letra a) del Art. 10 de la Ley 19.300**; precisada también en las letras **a.1. del Art. 3 del Reglamento del SEIA**; y los proyectos de impulsión, de acuerdo al numeral “s” del **Art. 10 de la Ley 19.300**
- Dado los antecedentes recopilados en el presente estudio, no se confirman una o más condiciones contempladas en los artículos 5 al 10 del Reglamento D.S. N° 40 de 2013, por lo cual, los proyectos analizados, debe ingresar al SEIA preliminarmente bajo la **modalidad de una DIA.**
- Finalmente, se destaca que, habiéndose desarrollado el análisis ambiental a partir de estudios de proyectos simplificados a nivel de perfil, se deberá corroborar o modificar la necesidad de realizar una DIA o un EIA, en función de los resultados que arroje una próxima etapa de Estudio a un nivel de detalle mayor, en el cual se contemple una línea de base para el análisis de los componentes ambientales de interés.

9. ESTUDIO AGROECONÓMICO

9.1. Caracterización Agroclimática

9.1.1. Descripción Agroclimática del Área de Estudio

La comuna de Ránquil, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen, presenta un predominio de clima templado cálido con lluvias invernales (Csb). La temperatura media anual se encuentra en 13,7 °C y cuenta con precipitaciones medias anuales de 1.168 mm.

El PLADECO de la comuna (2016) por su parte, lo describe como una transición entre el dominio mediterráneo y el templado húmedo, es decir, con una estación seca prolongada y otra invernal concentrada en unos pocos meses del año. Presenta características lluviosas, nubosa y de temperaturas moderadas, donde sólo el efecto de las alturas tales como la Cordillera de los Andes y la Cordillera de la Costa modifican el patrón climático generando lluvias orográficas y condiciones más húmedas y frías en el caso de la primera, y canalización de vientos en la segunda.

Las características agroclimáticas asociadas al área de estudio dan cuenta de tres distritos, **8-9-2: Curanilahue, 7-8-2: Empedrado y 7-8-3: Cauquenes** (AGRIMED – U. de Chile, 2017). En la Figura 9-1 se muestra su distribución geográfica.

Los sectores de riego a definir en las siguientes Etapas del presente Estudio serán caracterizados según el distrito agroclimático correspondiente a su ubicación geográfica. Con ello se podrán establecer dos aspectos relevantes para esta definición: por un lado, la adaptabilidad climática de los cultivos propuestos por los beneficiarios y por otro, la proposición de cambios en la estructura de cultivos en caso de detectar incompatibilidades de adaptabilidad actual.

Se detallan a continuación las características y dimensionamiento de parámetros agroclimáticos de cada distrito mencionado:

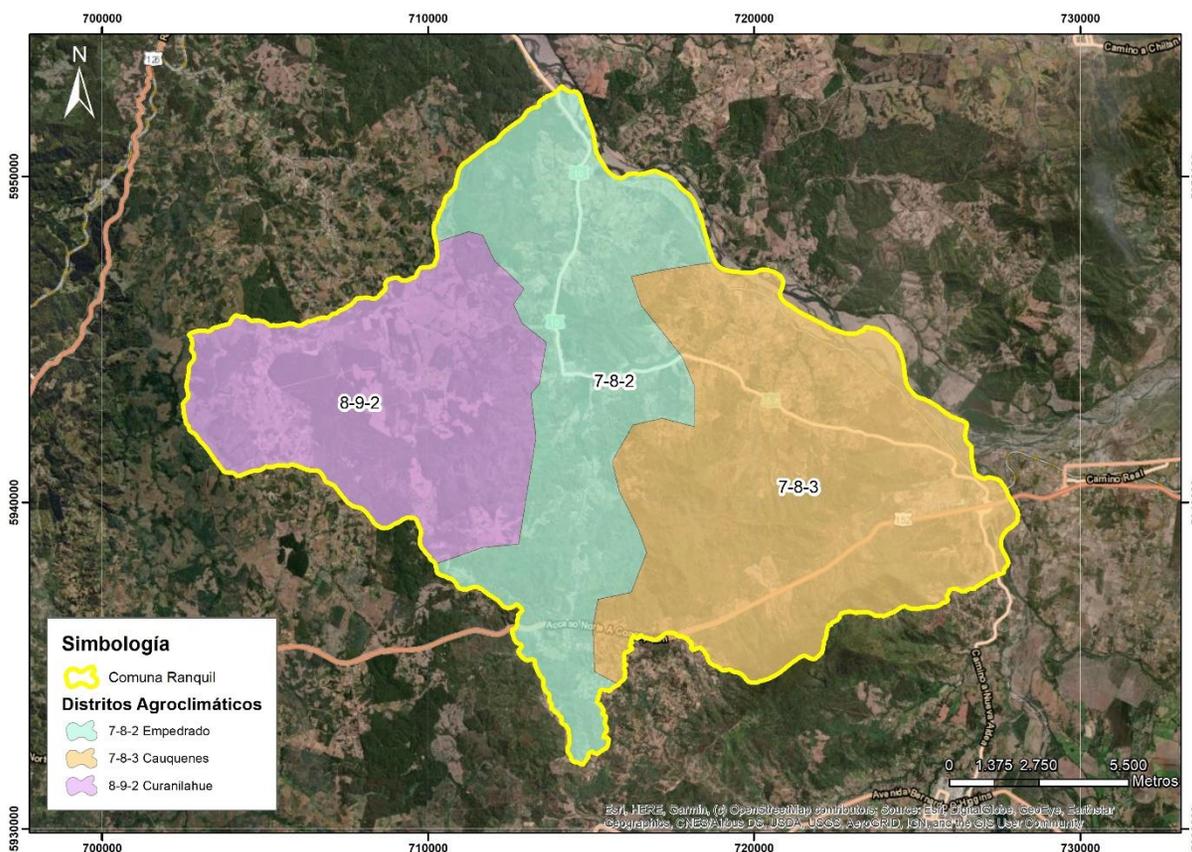


Figura 9-1: Distritos agroclimáticos presentes en el área de estudio

Fuente: AGRIMED – U. de Chile (2017).

8-9-2: Curanilahue: Este distrito es de tipo Templado cálido supratermal con régimen de humedad subhúmedo húmedo (Csb2Shh). Su altitud media aproximada es de 339 m.s.n.m. y abarca una superficie total de 6.376 km².

La temperatura varía entre un máximo de enero de 25,1 °C y un mínimo de Julio de 5,8 °C. Posee 304 días consecutivos libre de heladas y en el año se registra un promedio de 4 heladas. El período de temperaturas favorables a la actividad vegetativa dura 9 meses. Registra anualmente 1.266 días grado y 452 horas de frío acumuladas hasta el 31 de Julio. La precipitación media anual es de 1.587 mm y un período seco de 4 meses, con un déficit hídrico de 475 mm/año. El período húmedo dura 6 meses durante los cuales se produce un excedente hídrico de 882 mm (Cuadro 9-1).

Cuadro 9-1: Parámetros agroclimáticos mensuales distrito 8-9-2 Curanilahue

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max (°C)	25,1	24,3	22	18,8	15,7	13,4	12,6	13	15,1	18,2	21,5	24,1	18,7
T. Min (°C)	10,8	10,5	9,5	8,3	7	6,1	5,8	6,1	6,7	7,9	9,3	10,4	8,2
T. Med (°C)	17,1	16,6	15,1	13	10,9	9,3	8,8	9,1	10,4	12,5	14,7	16,5	12,8
Días-grado (10-30°C)	214	197	151	96	56	34	23	24	49	85	141	195	1.266
DG Acum. (10-30°C)	635	833	984	1.079	1.135	1.170	1.192	1.217	1.266	85	226	421	1.266
Horas Frio (T < 7,2°C)	0	0	4	23	76	166	209	176	102	33	6	0	798
HF Acum. (T < 7,2°C)	*	*	*	*	76	242	452	628	730	763	770	770	798
R. Solar (Cal/cm²día)	571	544	471	371	271	198	171	198	271	371	471	544	371
H. Relativa (%)	75	75	77	80	83	85	85	84	82	79	77	75	80
Pp (mm)	31,7	31,7	47,6	111,1	238,1	317,4	238,1	238,1	127,0	95,2	63,5	47,6	1.587,2
Evap. Pot. (mm)	152,5	145,2	125,4	98,3	71,3	51,5	44,2	51,5	71,3	98,4	125,4	145,2	1.180,2
Def. Hidr. (mm)	121	114	78	0	0	0	0	0	0	3	62	98	475
Exc. Hid. (mm)	0	0	0	13	167	266	194	187	56	0	0	0	882
Heladas (T < 0°C)	0	0	0	0	0,2	0,8	1,2	0,8	0,4	0,1	0	0	3,5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, 2017.

7-8-2: Empedrado: Este distrito es de tipo Templado cálido supratermal con régimen de humedad subhúmedo seco (Csb2Shs). Su altitud media aproximada es de 244 m.s.n.m. y abarca una superficie total de 2.805 km².

La temperatura varía entre un máximo de enero de 27,1 °C y un mínimo de julio de 5,7 °C. Tiene un promedio de 300 días consecutivos libres de heladas, con un promedio de 3 heladas anuales. El período de temperaturas favorables a la actividad vegetativa dura 9 meses. Registra anualmente 1.595 días grado y 395 horas de frío acumuladas hasta el 31 de Julio. La precipitación media anual es de 858mm y un período seco de 6 meses, con un déficit hídrico de 838 mm/año. El período húmedo dura 4 meses durante los cuales se produce un excedente hídrico de 325 mm (Cuadro 9-2).

7-8-3: Cauquenes: Este distrito es de tipo Templado cálido supratermal con régimen de humedad sub húmedo seco (Csb2Shs) Altitud media aproximada: 186 msnm y abarca una superficie total de 3.359 km².

La temperatura varía entre un máximo de enero de 29,5 °C (máx. de 31 °C y mín. de 27,8 °C dentro del distrito) y un mínimo de julio de 5 °C (máx. de 6 °C y mín. de 4,3 °C dentro del distrito). Tiene un promedio de 262 días consecutivos libres de heladas. En el año se registra un promedio de 6 heladas. El período de temperaturas favorables a la actividad vegetativa dura 9 meses. Registra anualmente 1.754 días grado y 557 horas de frío acumuladas hasta el 31 de Julio. La precipitación media anual es de 816 mm y un período seco de 6 meses, con un déficit hídrico de 947 mm/ año. El período húmedo dura 4 meses durante los cuales se produce un excedente hídrico de 291 mm (Cuadro 9-3).

Cuadro 9-2: Parámetros agroclimáticos mensuales distrito 7-8-2 Empedrado

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max (°C)	27,1	26,2	23,7	20,4	17	14,6	13,7	14,2	16,4	19,7	23,3	26,1	20,2
T. Min (°C)	12,1	11,7	10,5	8,9	7,3	6,1	5,7	6,1	6,9	8,5	10,2	11,6	8,8
T. Med (°C)	18,7	18,1	16,4	14	11,6	9,9	9,3	9,7	11,1	13,5	16	18	13,9
Días-grado (10-30°C)	262	243	191	121	70	44	36	40	62	108	181	240	1.595
DG Acum. (10-30°C)	790	1.033	1.223	1.344	1.414	1.458	1.493	1.533	1.595	108	289	529	1.595
Horas Frío (T < 7,2°C)	0	0	0	11	57	146	192	153	77	18	1	0	655
HF Acum. (T < 7,2°C)	*	*	*	*	57	202	395	548	625	642	643	643	655
R. Solar (Cal/cm ² día)	621	592	512	403	295	215	186	215	295	403	512	592	403
H. Relativa (%)	68	69	72	75	78	81	82	80	78	74	71	69	75
Pp (mm)	8,6	17,2	17,2	68,6	154,4	180,2	137,3	102,9	68,6	51,5	25,7	25,7	857,9
Evap. Pot. (mm)	178,4	169,8	146,3	114,2	82,2	58,7	50,1	58,7	82,2	114,3	146,3	169,8	1.371,0
Def. Hidr. (mm)	170	153	129	46	0	0	0	0	14	63	121	144	838
Exc. Hid. (mm)	0	0	0	0	72	121	87	44	0	0	0	0	325
Heladas (T < 0°C)	0	0	0	0	0,2	0,8	1,3	0,8	0,3	0	0	0	3,3

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, 2017.

Cuadro 9-3: Parámetros agroclimáticos mensuales distrito 8-7-3 Cauquenes

Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max (°C)	29,5	28,4	25,4	21,4	17,3	14,4	13,3	13,9	16,7	20,7	25,0	28,3	21,2
T. Min (°C)	12,2	11,7	10,4	8,6	6,8	5,5	5,0	5,5	6,4	8,2	10,1	11,6	8,5
T. Med (°C)	19,9	19,2	17,1	14,3	11,5	9,5	8,7	9,3	11,0	13,8	16,8	19,1	14,2
Días-grado (10-30°C)	297,0	275,0	214,0	131,0	71,0	41,0	32,0	37,0	63,0	118,0	203,0	272,0	1.754
DG Acum. (10-30°C)	891	1.166	1.380	1.511	1.582	1.622	1.654	1.691	1.754	118	322	594	1.754
Horas Frío (T < 7,2°C)	0	0	0	14	75	202	280	213	99	21	1	0	906
HF Acum. (T < 7,2°C)	*	*	*	*	75	277	557	770	869	890	891	891	906
R. Solar (Cal/cm ² día)	628	599	518	407	297	216	186	216	297	407	518	599	407
H. Relativa (%)	63	64	67	72	77	80	81	80	76	71	67	64	72
Pp (mm)	8,2	16,3	16,3	65,3	146,8	171,3	130,5	97,9	65,3	48,9	24,5	24,5	815,7
Evap. Pot. (mm)	195,4	185,7	159,0	122,6	86,3	59,6	49,9	59,6	86,3	122,7	159,0	185,7	1.471,8
Def. Hidr. (mm)	187	169	143	57	0	0	0	0	21	74	135	161	947
Exc. Hid. (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	61,0	112,0	81,0	38,0	0,0	0,0	0,0	0,0	291
Heladas (T < 0°C)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,5	2,4	1,6	0,6	0,0	0,0	0,0	6,4

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, 2017.

9.1.2. Adaptabilidad Climática de los Cultivos

El presente análisis de adaptabilidad está relacionado con las características agroclimáticas de la zona potencial de riego. Se considera como principales parámetros de evaluación, las temperaturas mínimas y máximas, la acumulación de horas frío, la sensibilidad a heladas y la acumulación de grados día.

En el Cuadro se señalan los requerimientos climáticos y la adaptabilidad de diferentes cultivos posibles de producir en la zona de estudio, en función de los parámetros agroclimáticos asociados a cada distrito. Según estos requerimientos la información presentada refleja, acorde a un criterio agronómico establecido, el grado de adaptabilidad que cada especie presenta frente a los parámetros climáticos particulares de cada distrito.

Según la experiencia del consultor se debe indicar que, si bien los distritos agroclimáticos y la dimensión de sus variables representan las características climáticas generales de grandes superficies geográficas cuyo comportamiento climático es relativamente similar; a nivel micro, a menudo existen dentro de cada área distrital, configuraciones geomorfológicas que dan origen a microclimas, los que hacen excepción a la caracterización general del distrito, pudiendo efectivamente desarrollarse adaptabilidad en estos sectores de especies que en el presente análisis figuran moderadamente adaptables y no adaptables. Tal es el caso del cultivo del palto, presente en la zona y que logra adaptabilidad al ser cultivado en laderas evitando heladas, motivo principal por el que se determina su moderada adaptabilidad a los distritos presentes.

A partir de esta información y tomando en cuenta las consideraciones mencionadas, es posible visualizar que, desde el punto de vista agroclimático, el área de estudio presenta condiciones favorables para el establecimiento de diversas especies agrícolas de interés comercial en el contexto de agricultura regada.

En un recorrido general del equipo consultor por diversos puntos del área de estudio, se constata la gran adaptabilidad que presentan diversas variedades de uva vinífera, particularmente en seco. Para estas se cumplen los requerimientos climáticos, principalmente de días grado y horas de frío, y de ausencia de patógenos y plagas de significancia, soportando la falta de riego a través de una profusa exploración radicular del perfil del suelo. En la Fotografía 9-1 se observa el paisaje característico del sector interior de seco en el área de estudio (San Agustín y El Laurel), lomajes ampliamente cubiertos por producción vitícola de seco. El mencionado cultivo de palto en ladera es posible de apreciar en las Fotografía 9-2 y Fotografía 9-3, donde se hace visible la tecnificación en el riego implementado y la producción dispuesta en la canopia, ya en avanzado estado de desarrollo.

Los berries como la frambuesa y la frutilla por su parte, presentan buena adaptabilidad a las condiciones climáticas de la zona, pero solo en condiciones de riego, tal como lo demuestra la Fotografía 9-4, en el sector El Calabozo. La frutilla es una alternativa frecuente en la zona, en pequeños emprendimientos con riego desde aguas subterráneas. El arándano por su parte, presenta adaptabilidad parcial, ya que requiere teóricamente de una cantidad de horas frío que son cubiertas por uno de los 3 distritos.

Otras alternativas frutales como el cerezo, son actualmente cultivadas en la zona comercialmente (Fotografía 9-5), obviamente en un contexto de agricultura regada. No obstante, otros frutales, si bien tienen adaptabilidad climática al área de estudio, no se encuentran explotados comercialmente debido a la falta de recurso hídrico para riego. Tal es el caso de los nogales y olivos, especies que presentan adaptabilidad a las condiciones climáticas, pero dada la escasez hídrica en fases clave del ciclo productivo del cultivo, como lo es la floración, es que no han tenido buenos resultados en la zona.



Fotografía 9-1: Cultivo de vid en secano, sector San Agustín

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 9-2: Cultivo de palto, sector Romerillo

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 9-3: Cultivo de palto, sector Romerillo

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 9-4: Cultivo de frutilla, sector El Calabozo

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 9-5: Cultivo de cerezo, sector Romerillo

Fuente: Elaboración propia.

Las hortalizas presentan buena adaptabilidad, dado su corto periodo fenológico, lo que les permite ser cultivadas durante los meses del año donde se cumplen los requerimientos climáticos de cada especie, por lo que la adaptabilidad queda en muchos casos sujeta a la disponibilidad de riego y a condiciones edáficas de cultivo. A este respecto cabe destacar que las adaptabilidades señaladas corresponden a escenarios que no contemplan el uso de invernaderos, ya que estos permiten modificar las condiciones climáticas favorablemente con un fin productivo, ampliando por ende la adaptabilidad de forma artificial.

La información del Cuadro en las primeras filas muestra las características paramétricas de mayor relevancia en la determinación de la adaptabilidad de especies, las que se asocian estrechamente con la temperatura, específicamente en cuanto a temperaturas promedio mensuales mínimas máximas y medias de cada distrito, así como horas de frío acumuladas, grados día acumulados y N° de días libres de heladas. Respecto de este último parámetro y para fines de definir un período de días libres de heladas, se descartan completamente los meses con ocurrencia promedio de heladas sobre una fracción mayor o igual a 0,4. Esto, dada la agresividad de un evento de estos para muchas especies agrícolas. No obstante, para fines de determinar adaptabilidad, también se considera el número absoluto de sumatoria total anual que determina el real N° promedio de heladas ocurridas al año.

Seguida de esta información y de forma paralela, se presenta en el mismo cuadro, los requerimientos de diversas especies agrícolas en cuanto a los mencionados parámetros climáticos de adaptabilidad, de manera de comparar visualmente los datos. De esta forma, e incorporando un criterio agronómico que asocia las diversas variables, se determina el grado de adaptabilidad de las especies a los mencionados distritos, considerando los niveles de especie “adaptada”, “moderadamente adaptada” y “no adaptada”.

La mencionada ocurrencia de heladas en el tiempo, la variación de temperaturas y precipitaciones anuales, y la progresión temporal de los parámetros que se derivan de estos, tales como los días grado y las horas de frío, son observables mes a mes en los ya descritos, referidos a la caracterización paramétrica del agro clima de cada distrito. Observando la dinámica de esta información es posible determinar, en base a los requerimientos y calendario fisiológico de cada especie, la adaptabilidad efectiva de cada cultivo al área de estudio.

Debe destacarse que las diferencias entre los mencionados grados de adaptabilidad de especies agrícolas se asocian principalmente al cumplimiento de las horas frío requeridas por cada una para su desarrollo fisiológico (en especial los frutales) y la sensibilidad a heladas, que impide el desarrollo de cultivos sensibles en aquellos meses donde ocurren. Lo anterior toma mayor relevancia en cultivos en los que el calendario de su desarrollo no puede evadir los meses con ocurrencia de heladas, como es el caso de los frutales, en especial los de hoja perenne como el palto, especie calificada con adaptación moderada, ya que pese a existir ocurrencia de heladas en los 3 distritos, es factible evadirlas realizando plantaciones las laderas que superen la capa de inversión térmica durante el evento.

Un caso similar, pero con un menor nivel de sensibilidad a heladas, lo constituyen los cítricos, tales como el limonero y las clementinas, los que, según el presente análisis, presentan un nivel de

adaptabilidad moderada, en especial las clementinas, caracterizadas por una mayor tolerancia que el limonero a este tipo de eventos. Dada esta condición y la posibilidad de implementar este cultivo en laderas, es que su adaptabilidad se considera como moderada.

El caso emblemático de frutal con su calendario fisiológico perfectamente adaptado a la dinámica climática asociada a la temperatura, lo constituye la vid vinífera de secano. Esta especie presenta requerimientos, tolerancias y fechas de brotación, crecimiento vegetativo, floración y madurez, plenamente compatibles con el calendario climático de los distritos en cuestión, lo que, sumado a su acondicionamiento de subsistencia en condiciones de secano, hace que esta especie sea la que mayoritariamente protagonice el escenario productivo del área de estudio.

Similar es el caso de frutales como el membrillo, el peral, el almendro y el ciruelo, que dada su condición de tolerancia y de hoja caduca, ajustan su crecimiento vegetativo evadiendo ocurrencia de heladas y desarrollándolo en época estival.

Otros frutales como el nogal y el olivo presentan una adaptabilidad moderada solamente al distrito Curanilahue, el cual no cumple con la gran cantidad de grados días que requieren para un satisfactorio desarrollo comercial.

El manzano por su parte es un frutal que presenta un alto requerimiento de horas frío, el que no se cumple a cabalidad en el distrito de Empedrado, razón por la cual también su adaptabilidad fue categorizada como moderada.

El papayo es un frutal que tiene una potencialidad de adaptación moderada a los 3 distritos del área de estudio dada su posibilidad de cultivo en lugares micro climáticos que le permitan evadir la ocurrencia de heladas. Es la razón por la cual es un cultivo frecuente de encontrar a pequeña escala en huertos caseros.

Debe recordarse que el presente análisis de adaptabilidad se remite únicamente al condicionamiento que imponen las variables climáticas en el desarrollo de los cultivos, sin considerar la disponibilidad de agua y las características edafológicas propias del área de estudio, materia que será analizada en profundidad en siguientes acápite del presente estudio, donde se evaluará la adaptabilidad de especies agrícolas a los distintos tipos de suelos presentes en los sectores agrícolas del área de estudio.

En relación a lo anterior es pertinente mencionar que existen especies que si bien presentan buena adaptabilidad climática a la zona, presentan también requerimientos edafológicos específicos para su óptimo desarrollo, tanto en características físico hídricas, (como lo es el drenaje y la oxigenación del suelo muy requerida por el palto), como en características químicas propias de los suelos de la zona, como lo son los frecuentes bajos niveles de pH y que constituyen un factor restrictivo para la implementación de cultivos como el castaño, el arándano y la zarzaparrilla.

Lo anterior impulsa la necesidad de realizar un análisis que cruce información asociada a características agroclimáticas y edafológicas del área de estudio, logrando así, una satisfactoria pertinencia de las recomendaciones de cultivo a realizar en el presente estudio para un contexto agrícola de Situación Con Proyecto. Dicho análisis se realizará una vez descritas las características edafológicas del área de estudio.

Es importante mencionar el comportamiento de especies hortícolas perennes ante los mencionados parámetros agroclimáticos descritos, especies como la alcachofa, cuya etapa de mayor sensibilidad a heladas es la de floración.

Según INIA 2011, el clima más adecuado para la producción de alcachofa es el marítimo, ya que la planta idealmente requiere áreas libres de heladas, con primaveras suaves, sin cambios bruscos de temperatura y con alta humedad relativa (sobre el 60%). Una baja humedad relativa promueve la apertura de las brácteas, lo que afecta negativamente la calidad del producto (CIREN, 1988). Cuando la temperatura desciende por debajo de los 5°C, la alcachofa detiene su desarrollo. La temperatura óptima de crecimiento puede situarse alrededor de los 15°C a 18°C, aunque a temperaturas superiores a 8°C puede crecer normalmente.

Esta especie no tolera temperaturas de congelación; sus estructuras aéreas se destruyen con temperaturas de -2 a -4°C y con -10°C se dañan en forma permanente las estructuras subterráneas (MAROTO, 1995). La planta es más sensible a cambios de temperaturas en la etapa de formación de la cabezuela, dándose las mejores condiciones entre 15,6 a 18,3°C. Temperaturas sobre 24°C inducen fibrosidad y apertura del capítulo y de las brácteas, pudiendo incluso hacerse más conspicuas las espinas, características que afectan desfavorablemente la calidad (CIREN, 1988).

Dada la información descrita, este cultivo es adaptable a los distritos de Empedrado y Curanilahue, no obstante, se ha determinado una adaptabilidad moderada al distrito Cauquenes, dado el mayor número de heladas registradas anualmente en promedio.

Similar consideración se ha adoptado para determinar la adaptabilidad del cultivo del espárrago a estos distritos, planta perenne que presenta gran sensibilidad a heladas primaverales, donde particularmente afecta la emergencia de turiones. No obstante, el cultivo requiere de primaveras y veranos cálidos para una buena reposición de champas, inhibiéndose el crecimiento de la planta con temperaturas inferiores a 13°C.

Las hortalizas anuales son en general de amplia adaptabilidad en toda la zona centro norte y sur del país, dado que su desarrollo ocupa solamente algunos meses del año, generalmente comenzando en primavera con la siembra y trasplante, dando paso al crecimiento y floración durante la época estival, pasando según el caso, a la madurez y cosecha en verano o principios de otoño. De esta forma la posible sensibilidad que puedan presentar estas especies a heladas, se evita utilizando solamente estos meses para cultivar. Según se puede observar, los distritos con influencia en el área de estudio, presentan una amplia temporalidad libre de heladas, período totalmente aprovechable para la mayor parte de las hortalizas analizadas en el Cuadro 9-4

Según INIA 2008, de acuerdo a su requerimiento de temperatura para un óptimo desarrollo, las hortalizas suelen clasificarse como hortalizas de invierno (o de estación fría) y de verano (o de estación cálida). En general las especies de verano se dañan por heladas, aunque existen diferencias en el grado de sensibilidad, siendo algunas, como el tomate, capaces de tolerar hasta -2°C por un corto tiempo, mientras que otras, como el pepino dulce, la sandía y el melón, no toleran los 0°C .

Las especies de invierno para desarrollarse requieren temperaturas bajo 20°C , siendo las óptimas desde 15°C a 18°C y no se dan bien con calor. Sin embargo, se perjudican o crecen muy lento con temperaturas inferiores a 10°C y muchas de ellas se dañan por heladas. Por ejemplo, la papa, que aparece en las clasificaciones como especie de estación fría, es muy sensible a heladas. El hecho que muchas especies de invierno, como el apio, lechuga, repollo y brócoli, se cultiven en mayor escala en la zona costera para obtener cosechas invernales o tempranas de primavera, se debe a que ellas no prosperan de igual forma en las condiciones de invierno del valle central.

Existen distintos grados de sensibilidad a las heladas según la especie de hortaliza que se trate. Las especies que no toleran heladas son: albahaca, ají, berenjena, camote, maíz, melón, papa, pepino, pepino dulce, pimentón, poroto verde y granado, sandía, tomate, zapallo, zapallito italiano. Estos cultivos, por norma, deben establecerse una vez que haya pasado el peligro de heladas en primavera.

No obstante, se debe destacar que existen distintos niveles de heladas y de distinta naturaleza y duración. En este sentido, existen hortalizas que toleran heladas de baja intensidad, como la acelga, betarraga, espinaca, brócoli, rábano, repollo, repollito de Bruselas y zanahoria.

Hay otras especies que, si bien son tolerantes a la ocurrencia de heladas, sí sufren daños si estas suceden cerca de la madurez del producto, especies tales como la alcachofa, apio, arveja, coliflor, haba y lechuga. Estas se dañan con mayor facilidad cuando se encuentran en un estado de desarrollo cercano a la cosecha, donde el deterioro habitualmente afecta la calidad del producto cosechado, daño que puede llegar hasta la pérdida total de la producción.

No debe dejar de mencionarse especies que sí son tolerantes al fenómeno de las heladas. Estas son las aliáceas, como ajo, cebolla, cebollines, chalota y puerro.

Cuadro 9-4: Adaptabilidad climática de cultivos en la comuna de Ránquil

Distrito	°T Mínima Promedio Mes más Frío (°C)	°T Máxima Promedio Mes más Cálido (°C)	°T Media Mensual Promedio Anual (°C)	Horas de frío anuales	Período Libre Heladas (Días)		Días Grado (base 10º)	Grado de Adaptabilidad de Cada Especie Según Distrito					
					Heladas								
Especie	Temperatura Mínima Crecimiento (°C)	Temperatura Máxima Crecimiento (°C)	Rango Óptimo Temperatura (°C)	Requerimiento horas de frío	Heladas		Requerimiento Días Grado				8-9-2: Curanilahue	7-8-2: Empedrado	7-8-3 Cauquenes
					Período Libre (Días)	Sensibilidad							
Frutales													
Almendo	10	40	16-25	200-600	225	Medianamente Resistente	1.000-1.200	Adaptado	Adaptado	Adaptado			
Arándano	7	33	16-25	850-1300	-	Medianamente Resistente	800-1.200	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada	Adaptado			
Avellano Europeo	-	-	13-16	700-1.200	700	-	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado			
Cerezo	7	36	18-24	800-1.200	-	Medianamente Resistente	1.300	Adaptado	Adaptación Moderada	Adaptado			
Ciruelo	10	37	18-27	500-1.000	90-180	Medianamente Resistente	1.000-1.500	Adaptado	Adaptado	Adaptado			
Clementinas	14	-	-	-	300-360	Medianamente Resistente	1.400-1.900	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada			
Damasco	8	40	18-24	350-900	120	Medianamente Resistente	700	Adaptado	Adaptado	Adaptado			
Duraznero	10	40	21-27	300-1.000	90-150	Medianamente Resistente	1.000	Adaptado	Adaptado	Adaptado			
Frutilla	7	29	18-25	-	100-150	Sensible	300-600	Adaptado	Adaptado	Adaptado			
Frambuesa	8	38	16-25	600-1000	-	Medianamente Resistente	450-850	Adaptado	Adaptado	Adaptado			
Grosella	-	30	-	800 – 1.800	120 – 140	Resistente	-	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada	Adaptado			
Higuera	-	-	-	100-350	-	Medianamente Resistente	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado			
Limonero	13	42	22-27	-	300-360	Medianamente Resistente	1.400-1.900	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada			
Membrillo	7	37	20-25	400-900	-	Medianamente Resistente	1.000-1.400	Adaptado	Adaptado	Adaptado			
Naranja	14	39	20-26	-	300-360	Medianamente Resistente	1.400-1.900	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada			

Cuadro 9-4: Adaptabilidad climática de cultivos en la comuna de Ránquil

Distrito	°T Mínima Promedio Mes más Frío (°C)	°T Máxima Promedio Mes más Cálido (°C)	°T Media Mensual Promedio Anual (°C)	Horas de frío anuales	Período Libre Heladas (Días)		Días Grado (base 10º)	Grado de Adaptabilidad de Cada Especie Según Distrito		
					Heladas					
Especie	Temperatura Mínima Crecimiento (°C)	Temperatura Máxima Crecimiento (°C)	Rango Óptimo Temperatura (°C)	Requerimiento horas de frío	Período Libre (Días)	Sensibilidad	Requerimiento Días Grado			
					8-9-2: Curanilahue	5,8		25,1	12,8	798
7-8-2: Empedrado	5,7	27,1	13,9	665	270		1.595			
7-8-3 Cauquenes	5	29,5	14,8	906	210		1.754			
Nogales	10	38	21-28	500-1.000	180-200	Medianamente Resistente	1.300-1.700	Adaptación Moderada	Adaptado	Adaptado
Olivos	6	40	22-27	800	180-300	Medianamente Resistente	1.400-1.800	Adaptación Moderada	Adaptado	Adaptado
Palto	10	35	20-26	No requiere	300-360	Medianamente Resistente	-	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada
Peral	6	38	20-26	400-1500	115-200	Medianamente Resistente	690-1,500	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Vid	10	44	20-26	500-750	150-180	Sensible	900-1.500	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Zarzaparrilla	-	30	18-24	1.000 – 1.200	-	Medianamente Resistente	-	No Adaptado	No Adaptado	No Adaptado
Castaño	10	38	18-24	100 – 400	120 – 150	Medianamente Resistente	800-1500	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Granada	8	40	23-32	-	-	-	-	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada	No Adaptado
Kaki	9	35	15-25	200-500	-	Medianamente Resistente	1300-1600	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Papayo	11	40	22-28	-	-	Sensible	Indefinido	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada
Manzano	7	34	18-24	800-1500	>140	Medianamente Resistente	900-1200	Adaptado	Adaptación Moderada	Adaptado
Cereales										
Avena	4	35	19-26	-	-	Resistente	400-650	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Maíz grano	10-12	40	28-32	-	80-180	Sensible	950-1400	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Trigo	4	30	18-24	-	-	Resistente	550-850	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Cebada	4	30	19-26	-	-	Resistente	550-750	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Centeno	4	32	18-24	-	-	Resistente	550-750	Adaptado	Adaptado	Adaptado

Cuadro 9-4: Adaptabilidad climática de cultivos en la comuna de Ránquil

Distrito	°T Mínima Promedio Mes más Frío (°C)	°T Máxima Promedio Mes más Cálido (°C)	°T Media Mensual Promedio Anual (°C)	Horas de frío anuales	Período Libre Heladas (Días)		Días Grado (base 10º)	Grado de Adaptabilidad de Cada Especie Según Distrito		
8-9-2: Curanilahue	5,8	25,1	12,8	798	240		1.266			
7-8-2: Empedrado	5,7	27,1	13,9	665	270		1.595			
7-8-3 Cauquenes	5	29,5	14,8	906	210		1.754			
Especie	Temperatura Mínima Crecimiento (°C)	Temperatura Máxima Crecimiento (°C)	Rango Óptimo Temperatura (°C)	Requerimiento horas de frío	Heladas		Requerimiento Días Grado	8-9-2: Curanilahue	7-8-2: Empedrado	7-8-3 Cauquenes
					Período Libre (Días)	Sensibilidad				
Arroz	12	40	27-32	-	-	Sensible	1150-1350	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada
Praderas										
Alfalfa	5	38	18-28	-	-	Resistente	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Ballica Italiana	15	35	20-30	-	-	Resistente	-	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada	Adaptación Moderada
Ballica Inglesa	5	35	20-25	-	-	Resistente	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Trébol Rosado	5	35	20-24	-	-	Resistente	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Hortalizas										
Acelga	4	-	15-18	-	-	Resistente	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Ají	13	32	20-26	-	-	Sensible	750-950	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Alcachofa	7	25	15-20	-	-	Sensible	850-1.250	Adaptado	Adaptado	Adaptación Moderada
Arveja	5	30	15-24	-	70-100	Sensible	450-650	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Brócoli	4	38	23-30	-	-	Medianamente Resistente	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Cebolla	2	35	15-25	960-1.440	90-160	Sensible	600-900	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Choclo	12	40	15-30	-	80-180	Sensible	950-1.400	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Cilantro	4	35	20-30	-	-	Medianamente Resistente	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Esparrago	10	37	18-30	-	-	Sensible	-	Adaptado	Adaptado	Adaptación Moderada
Espinaca	5	-	15-18	-	-	Medianamente Resistente	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Haba	5	30	15-24	-	-	Medianamente Resistente	450-650	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Lechuga	2	30	14-25	-	60-130	Sensible	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado

Cuadro 9-4: Adaptabilidad climática de cultivos en la comuna de Ránquil

Distrito	°T Mínima Promedio Mes más Frío (°C)	°T Máxima Promedio Mes más Cálido (°C)	°T Media Mensual Promedio Anual (°C)	Horas de frío anuales	Período Libre Heladas (Días)		Días Grado (base 10º)	Grado de Adaptabilidad de Cada Especie Según Distrito		
					Heladas					
Especie	Temperatura Mínima Crecimiento (°C)	Temperatura Máxima Crecimiento (°C)	Rango Óptimo Temperatura (°C)	Requerimiento horas de frío	Período Libre (Días)	Sensibilidad	Requerimiento Días Grado			
					8-9-2: Curanilahue	5,8		25,1	12,8	798
7-8-2: Empedrado	5,7	27,1	13,9	665	270		1.595			
7-8-3 Cauquenes	5	29,5	14,8	906	210		1.754			
Melón	15	38	18-30	-	90-130	Sensible	850-1.100	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Papa	7	30	18-22	-	90-180	Medianamente Resistente	700-1.000	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Pepino Ensalada	14	35	18-28	-	-	Sensible	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Pepino Dulce	12	35	20-30	-	-	Sensible	800-1.100	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Perejil	7	32	15-18	-	-	Medianamente Resistente	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Pimentón	13	35	18-30	-	-	Sensible	750-950	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Poroto (Verde)	6	36	18-26	-	90-150	Sensible	540-1.050	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Repollo	1	38	15-30	-	-	Medianamente Resistente	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Ruibarbo	0	24	ago-13	-	-	Resistente	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Sandía	15	40	20-30	-	100-180	Sensible	1.200	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Tomate	10	35	18-30	-	200-300	Sensible	650-750	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Zanahoria	4	35	ago-29	-	120-200	Medianamente Resistente	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Frejol	10	35	20-26	-	-	Sensible	540-1050	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Lentejas	5	30	18-22	-	-	Medianamente sensible	370-570	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Garbanzo	7	32	18-25	-	-	Medianamente resistente	450-700	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Chícharo	3-6	21-24	14-18	-	-	Sensible	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Rábano	10	37	dic-16	-	-	-	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado
Zapallo	11	38	17-30	-	150-200	Sensible	-	Adaptado	Adaptado	Adaptado

Fuente: Elaboración propia.

9.2. Estudio de Suelo

En el presente acápite se presenta el desarrollo descriptivo y analítico del Estudio de Suelos requerido para la presente consultoría, estudio aplicado en sectores que asocian potencial agrícola para riego del área de estudio. El objetivo principal de este, es la caracterización físico química de los suelos agrícolas para generar junto a la información agroclimática disponible ya descrita, información base de potencial agro productivo que sustente propuestas de desarrollo agrícola adecuadas a los posibles proyectos de riego en estudio.

9.2.1. Metodología

En la Etapa 1 del presente Estudio, se desarrolló un completo análisis y presentación de la información agrológica secundaria más actualizada disponible del área de estudio, plasmada en una caracterización de los suelos presentes aludiendo a cada uno de los parámetros de categorización existentes, bajo un enfoque agronómico orientado a determinar la potencialidad de estos suelos para el desarrollo de agricultura.

Los trabajos de terreno inherentes a la presente etapa, asociaron la ejecución de una campaña de caracterización In Situ y de toma de muestras de suelo en el área de estudio, con la finalidad de obtener una base de información necesaria para complementar adecuadamente la caracterización general de los suelos realizada en Etapa 1, cumpliendo así con los Términos de Referencia del presente estudio.

La campaña desarrollada en terreno, consistió en la elaboración de 20 calicatas de muestreo y caracterización de suelos, cuya distribución en el área de estudio fue determinada en estrecha coordinación con el mandante, quién determinó la necesidad de caracterizar y muestrear suelos con real potencial de desarrollo agrícola presentes en sectores factibles de ser regados por los proyectos de riego asociados al presente estudio, solicitando a la vez, caracterizar distintas configuraciones de suelos pedológicamente representativas de los distintos sectores agrícolas.

Dado que la gran mayoría de los potenciales beneficiarios de los proyectos estudiados corresponden a pequeños agricultores usuarios del programa PRODESAL, es que, en acuerdo con el mandante, se recurrió al apoyo y orientación prestados por el personal técnico de dicha institución, concedores a fondo de la agricultura de la zona, quienes con una gran voluntad y vocación de servicio, accedieron a generar una distribución de puntos de muestreo idónea a los fines descritos, y a acompañar en terreno al consultor durante toda la caracterización de suelos, facilitando la llegada con los agricultores y apoyando en aspectos técnicos de la caracterización.

De esta forma, se distribuyeron 10 puntos de muestreo de suelos en la zona priorizada del área de estudio, en sectores agrícolas donde potencialmente sería factible llegar con el recurso hídrico asociado a los derechos concedidos por la Celulosa Arauco a la Municipalidad de Ránquil, recurso potencialmente almacenable por la obra en estudio y conducible por esta hasta cada predio beneficiario.

Por otro lado, los 10 puntos restantes fueron distribuidos en sectores interiores del área de estudio según el criterio solicitado al profesional de PRODESAL, para determinar sectores con real potencial de desarrollo agrícola y donde existen a la vez, otras fuentes de agua propicias para el desarrollo de proyectos de riego.

En cada uno de los sitios de caracterización el consultor procedió a la elaboración de calicatas de muestreo de una profundidad de 60 cm, las que reemplazan en este procedimiento a los barrenazos solicitados por los términos de referencia como forma de muestreo.

De esta manera, se presenta en la Figura 9-2, la distribución geográfica de los 20 puntos de muestreo estudiados, asociando a su vez en esta imagen, las series de suelos presentes en cada punto de muestreo, según información agrológica actualizada proveniente de CIREN, de manera de asociar cada uno de los suelos a alguna de las series o asociaciones de suelos presentes. En Cuadro 9-5 se indica las coordenadas de cada punto de muestreo y las series de suelo que las representa.

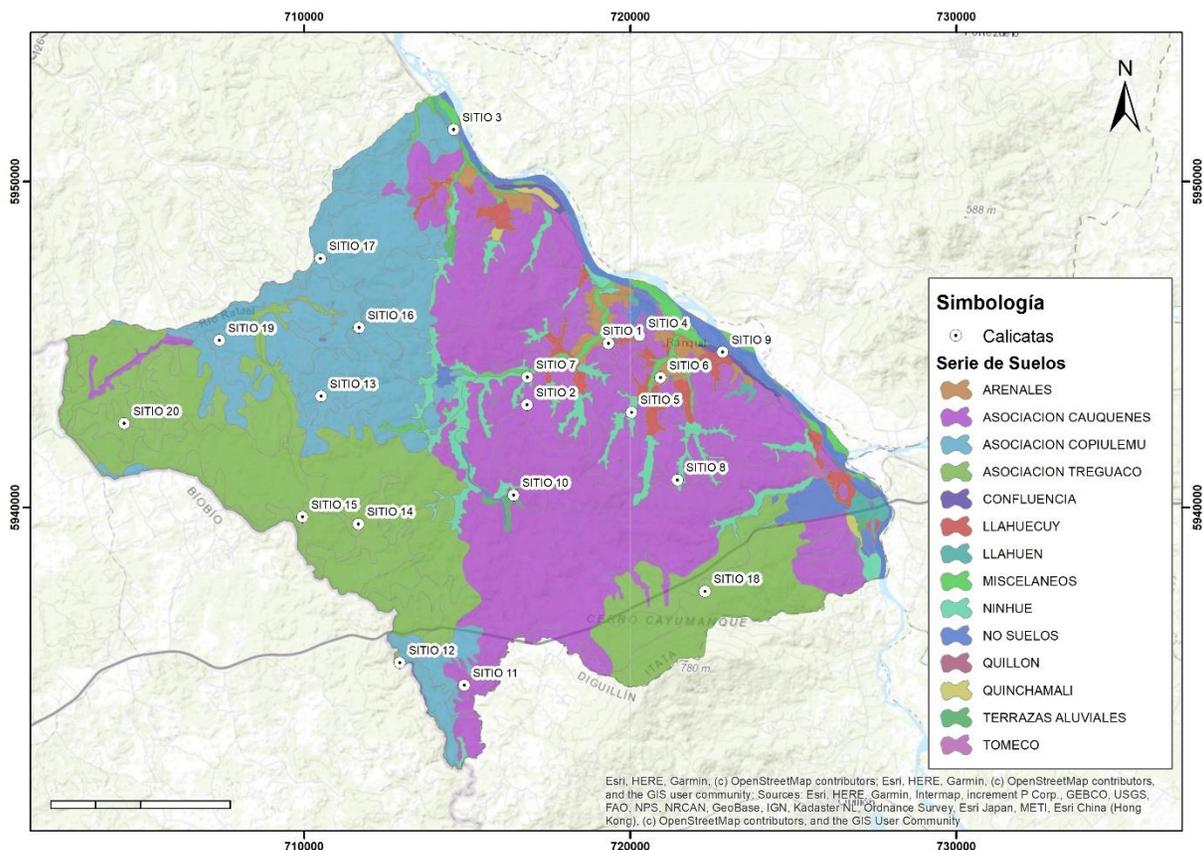


Figura 9-2: Ubicación de sitios analizados en calicatas y series de suelo en área de estudio

Fuente: Elaboración propia, con base de Estudio Agrológico CIREN (2014).

Cuadro 9-5: Coordenadas de sitios analizados con calicatas y series de suelos

NOMBRE CALICATA	COORD. ESTE	COORD. NORTE	DATUM	NOMBRE SERIE O ASOCIACIÓN
SITIO 1	719342	5945029	WGS84-18s	Asociación Cauquenes
SITIO 2	716847	5943140	WGS84-18s	Asociación Cauquenes
SITIO 3	714592	5951583	WGS84-18s	Llahuen
SITIO 4	720287	5945266	WGS84-18s	Asociación Cauquenes
SITIO 5	720050	5942916	WGS84-18s	Ninhue
SITIO 6	720933	5943976	WGS84-18s	Arenales
SITIO 7	716850	5943995	WGS84-18s	Ninhue
SITIO 8	721456	5940843	WGS84-18s	Ninhue
SITIO 9	722845	5944758	WGS84-18s	Confluencia
SITIO 10	716428	5940376	WGS84-18s	Asociación Cauquenes
SITIO 11	714914	5934543	WGS84-18s	Asociación Cauquenes
SITIO 12	712943	5935237	WGS84-18s	Terraza Aluvial
SITIO 13	710523	5943406	WGS84-18s	Asociación Copiulemu
SITIO 14	711668	5939488	WGS84-18s	Asociación Treguaco
SITIO 15	709954	5939706	WGS84-18s	Asociación Treguaco
SITIO 16	711691	5945512	WGS84-18s	Asociación Copiulemu
SITIO 17	710502	5947634	WGS84-18s	Asociación Copiulemu
SITIO 18	722297	5937425	WGS84-18s	Asociación Treguaco
SITIO 19	707406	5945121	WGS84-18s	Asociación Copiulemu
SITIO 20	704492	5942569	WGS84-18s	Asociación Treguaco

Fuente: Elaboración propia, con base de Estudio Agrológico CIREN (2014).

Luego de realizada la distribución de los puntos de muestreo en reunión con el profesional de PRODESAL, Sr. Hugo Contreras, se procedió a iniciar la campaña de terreno consistente en la visita a 20 predios seleccionados distribuidos en el área de estudio, según los criterios ya mencionados.

A continuación, en la Fotografía 9-6 y Fotografía 9-7, se representa en forma gráfica la metodología de elaboración de calicatas para la caracterización y toma de muestras in situ.



Fotografía 9-6: Confección manual de calicatas
Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 9-7: Toma de datos paramétricos de caracterización in situ
Fuente: Elaboración propia.

De esta forma se procedió a caracterizar los suelos en forma visual y al tacto mediante la aplicación de la Pauta Metodológica para Descripción de Perfiles de Suelo, generada por el SAG para estos fines, pauta que se presenta en el Anexo 9-1 de la presente entrega.

A través de la mencionada metodología se caracterizó los suelos física y morfológicamente in situ, identificando las condiciones del entorno en que se encuentran, limitaciones existentes asociadas a compactación, erosión, estratas cementadas impermeables, etc.

La toma de muestras para análisis de laboratorio, tiene por objetivo complementar con sus resultados, la caracterización física y morfológica de los suelos, validando y/o complementando la información secundaria utilizada.

En cada punto de caracterización y muestreo se elaboró una Ficha de Caracterización Agrológica, la que contiene la mencionada información descriptiva de parámetros visuales y de tacto, junto a un registro fotográfico del entorno del punto y del perfil de suelo analizado, tal como lo ejemplifica la Fotografía 9-8 y Fotografía 9-9.



Fotografía 9-8: Entorno paisajístico punto de caracterización N° 2

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 9-9: Perfil de suelo N°4

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se describe en la propuesta metodológica de caracterización de suelos elaborada por el consultor para el presente estudio, se procedió en cada punto de muestreo, a tomar una muestra para análisis químico de suelos en los primeros 20 cm de cada perfil con la finalidad de caracterizar químicamente la capa arable de los suelos estudiados.

Por otro lado, se procedió a muestrear suelos para determinar sus características físico hídricas, tomando dos muestras por calicata, una en los primeros 20 cm y otra a una profundidad entre 40 y 60 cm, de manera de poder evaluar el comportamiento del agua en estos perfiles. Se presenta de esta forma en el Anexo 9-3, el resultado de los mencionados análisis químicos y físico hídricos de laboratorio de suelos realizados.

A la aplicación de la mencionada pauta, se suma un registro fotográfico detallado de cada calicata, de su entorno paisajístico y de cada muestra y su caracterización de color mediante el uso de tabla Munsell. De esta forma se presenta en el Anexo 9-2 el detalle fotográfico asociado a cada uno de los puntos de muestreo.

La ficha de caracterización contiene una primera sección en la que se describen antecedentes generales del lugar de análisis y muestreo, tales como ubicación del punto (comuna, localidad, coordenadas y altitud), tipología de pendiente, geoforma del lugar, uso actual del suelo, características de la superficie y material parental del suelo analizado.

En una segunda sección, y para cada uno de los horizontes de suelo identificados en cada perfil, se realizó una descripción de parámetros de caracterización visual y de tacto, tales como profundidad, pedregosidad, presencia y dimensión de raíces, presencia y dimensión de poros, estructura, color de muestra seca y húmeda según carta Munsell, textura, plasticidad, tipo de límite de cada horizonte y observaciones pertinentes.

Se presenta de esta forma, en el Cuadro 9-6, un bosquejo de la ficha de caracterización utilizada en la presente campaña, conteniendo los mencionados parámetros de caracterización del perfil y del lugar en que se encuentra.

Cuadro 9-6: Ficha para caracterización de perfil de suelo

Código Calicata		Comuna		Cuenca		Sub-cuenca	
Coordenadas UTM		Altitud		Clase y forma de pendiente		Geo-forma	
Uso del suelo y vegetación				Material parental			
Características de la superficie del suelo	Afloramientos rocosos y fragmentos gruesos rocosos. Erosión inducida por el hombre. Encostramiento. Agrietamiento.						
Imagen del sitio				Imagen del perfil de suelo			
Descripción de Horizontes							
Horizonte (O, A, E, B, C, etc)	Límite superior (cm)	Límite inferior (cm)	Descripción				
			Color de la matriz en seco. Color de la matriz en húmedo. Color, características y abundancia de moteados. Textura. Tipo, grado, y tamaño de estructura. Tamaño y abundancia de raíces (abundancia de cada clase). Tamaño y abundancia de pedregosidad (abundancia de cada clase). Tamaño y abundancia de edafofauna. Cementación/compactación. Plasticidad. Adhesividad. Topografía y distinción del límite inferior.				
			Color de la matriz en seco. Color de la matriz en húmedo. Color, características y abundancia de moteados. Textura. Tipo, grado, y tamaño de estructura. Tamaño y abundancia de raíces (abundancia de cada clase). Tamaño y abundancia de pedregosidad (abundancia de cada clase). Tamaño y abundancia de edafofauna. Cementación/compactación. Plasticidad. Adhesividad. Topografía y distinción del límite inferior.				
Código muestra físico-hídrica 1		Código muestra físico-hídrica 2		Código muestra química			

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se mencionó, para determinar características del comportamiento del agua en el perfil de suelo, se realizó la mencionada campaña de toma de muestras, consistente en un muestreo proveniente de los primeros 30 cm (porción cultivable del perfil) y otro entre los 30 y 60 cm (porción secundaria de exploración radicular) de cada perfil analizado, orientadas a determinación de constantes físico hídricas en laboratorio.

Los análisis de laboratorio a realizar consideran la determinación del parámetro Clase textural, Densidad aparente y Retención de Humedad, requeridos todos para determinar los criterios de definición

“textura” y “agua aprovechable”, según Pauta para Estudio de Suelos (SAG, 2011). Esto a través de análisis de:

- Retención de humedad a 0,33 y 15 bar (CC y PMP)
- Densidad aparente
- Densidad real
- Porosidad total, Macroporosidad, Microporosidad
- Textura (con separación arenas gruesa y fina)

Por otra parte, el diagnóstico general de caracterización química y nutricional de los suelos del área de estudio, se realizó a través de un muestreo realizado en cada calicata en los primeros 20 cm de profundidad, considerada representativa de la estrata agrícola del suelo, analizando los siguientes parámetros de caracterización:

- pH
- Conductividad eléctrica (CE)
- Materia Orgánica
- N-P-K disponibles

9.2.2. Resultados

9.2.2.1. Aspectos Generales

Producto de la implementación de la descrita planificación y metodología de trabajo en la campaña de estudio de suelos desarrollada en enero de 2021 en terreno, la presente consultoría obtuvo como resultado los siguientes productos:

- Confección de una distribución espacial representativa de los distintos tipos de suelos con potencial agrícola en la zona, representando a la vez, las diversas configuraciones específicas de suelos posibles de encontrar, de forma de poder caracterizarlas.
- Elaboración de 20 calicatas y análisis y descripción de los perfiles de suelo asociados a ellas ubicadas según planificación. La totalidad de fichas de caracterización agrológica de los perfiles de suelo analizados, con su correspondiente información gráfica y descriptiva completa, se presenta en detalle en el Anexo 9-4 de la presente entrega.
- Elaboración de 40 tomas de muestra (2 por calicata) para análisis de parámetros físico hídricos de suelos (0 a 30 cm y 30 a 60 cm de profundidad) y su correspondiente análisis de laboratorio. El detalle de los resultados del análisis físico hídricos realizados en los perfiles de suelo, se presentan en el Anexo 9-3 de la presente entrega.
- Elaboración de 20 tomas de muestra para análisis químico de suelos (0 a 30 cm) y su correspondiente análisis de laboratorio. El detalle de los resultados del análisis químico de laboratorio realizados en los perfiles de suelo, se presentan en el Anexo 9-3 de la presente entrega.

9.2.2.2. Descripción de Suelos Estudiados (Series y Asociaciones Presentes)

En base a la ubicación geográfica de cada punto de muestreo y tal como se presenta en la Figura 3-2 y como se consigna en el Cuadro 3-5, cada punto se asocia a una serie o asociación de suelos con presencia e influencia en la comuna de Ránquil, razón por la cual se presenta a continuación, una descripción detallada de estas series y asociaciones, asociando información de CIREN 2014 con información proveniente de la caracterización in situ presentada en detalle en el Anexo 9-4. Se realiza a su vez, para cada caso, una interpretación de los resultados de laboratorio obtenidos de cada suelo, complementando así la caracterización con la entrega de antecedentes que contribuyen en la posterior generación de recomendaciones de manejo.

Asociación Cauquenes

Según los perfiles tipos descritos por CIREN (2014), se pueden indicar los siguientes rasgos:

- Horizontes. La secuencia de horizontes genéticos básica es A - B - C, lo que indica procesos moderados intensos de horizonación, y de límites claros entre ellos. En suelos en posiciones menos favorables para su evolución, se presentan horizontes A - AB - B - C.
- Potencia. Los suelos descritos son muy profundos.
- Color. Predominan tonalidades pardo rojizo oscuras, en los horizontes superficiales, las que varían a tonalidades rojo grisáceos y pardo rojizo muy oscuros en profundidad.
- Textura. Predominan clases finas. Con texturas arcillosa a franco arcillosas en el horizonte A. Texturas arcillosas, en horizontes B.
- Estructura. Los horizontes superficiales presentan una estructura de bloques angulares y sub-angulares moderados a fuertes.
- Pedregosidad. Con pedregosidad fina escasa, salvo en horizontes muy profundos con mayor pedregosidad.

En contraste con esta información, la caracterización realizada de suelos de la Asociación Cauquenes, arroja una notoria variabilidad, lo que se debe a la gran cantidad de superficie que abarca esta Asociación, pudiendo encontrarse multiplicidad de situaciones y configuraciones de suelos según punto de ubicación.

5 de los 20 puntos de muestreo pertenecen a esta categoría, no obstante, tal como se presenta detalladamente en el Anexo 9-4, los suelos de esta serie ubicados en sectores cercanos al río Itata, a diferencia de los de interior, se caracterizan por presentar texturas Franco arenosas en estratos superficiales y arenosas en profundidad, con estructuras de bloques subangulares muy débiles y con un gran porcentaje de espacio poroso con una macroporosidad predominante.

Por otro lado, los suelos de esta serie muestreados en la presente campaña, y que se encuentran ubicados hacia el interior, en el lomaje característico de la cordillera de la costa presente en la mayor parte de la comuna, poseen características muy distintas a las ya descritas, siendo más coincidentes con lo que presenta CIREN 2014.

En estos puntos de muestreo la gran compactación de los suelos, texturas superficiales Franco arcillosas variando a arcillosas en profundidad, gran cantidad de roca altamente meteorizada en el perfil (maicillo), fueron la tónica de su caracterización.

Respecto de las condiciones de drenaje de los suelos de esta Asociación en sectores planos cercanos al río Itata, dadas las características texturales gruesas encontradas, a la ausencia de estratas compactadas impermeables, a la macroporosidad dominante en el espacio poroso y a la baja capacidad de campo reflejada en los análisis de laboratorio, es posible inferir que no existen problemas de drenaje significativos.

Estos suelos presentaron rasgos moderados de erosión hídrica, dependiendo principalmente de condiciones de topografía.

A partir de los análisis de laboratorio, se evidencian capacidades pobres a regulares de retención de humedad, pH ácidos a ligeramente ácidos, contenido medio de materia orgánica y sin problemas de salinidad. Valores medios de N y adecuados de P y K.

No obstante, los de interior, reflejan una situación diferente del punto de vista evolutivo, presentando texturas finas, un fuerte nivel de compactación, escasa porosidad total y microporosidad dominante y asociando altos porcentajes de capacidad de campo, lo que indica que, en un contexto de riego, se deben abordar adecuadas medidas de manejo para evitar el mal drenaje.

Son suelos ácidos, de pH 5,5 bajos en fósforo (P) y potasio (K), por lo que se requiere de adecuado programa de fertilización en el contexto de agricultura regada.

Asociación Treguaco

Según los perfiles tipos descritos por CIREN (2014), se pueden indicar los siguientes rasgos:

- Horizontes. La secuencia de horizontes genéticos básica es A – B – BC - C, esto indica procesos moderados a intensos de horizonación, y de límites claros entre ellos. En suelos en posiciones menos favorables para su evolución, se presentan horizontes A - AB - B – C, y de límites difusos.
- Potencia. Los suelos descritos son profundos.
- Color. Predominan tonalidades pardo oscuras y rojo oscuros, en los horizontes superficiales, las que varían a pardo oscuro o pardo amarillento en los horizontes B.

- Textura. Predominan clases finas. Con texturas franco arcillosas a franco arcillo limosas en el horizonte A. Texturas arcillosas y francas arcillosas, en horizontes B.
- Estructura. Los horizontes superficiales presentan una estructura de bloques angulares y sub-angulares moderados a fuertes.
- Pedregosidad. Con pedregosidad fina común a poco común.

Los suelos muestreados correspondientes a esta serie, se encuentran ubicados geográficamente en valles intermontanos donde actualmente se desarrolla agricultura mayoritariamente de secano no obstante también de riego con el aprovechamiento de numerosas fuentes de agua subterránea que afloran en forma de vertientes lo que permite a los agricultores locales desarrollar chacras para autoconsumo y para comercialización.

4 de los 20 puntos de muestreo corresponden a esta serie, lo que da cuenta del gran tamaño de la superficie que abarca, no obstante, al igual que la Asociación Cauquenes, presenta una gran variabilidad de situaciones y configuraciones de suelos según cada punto de ubicación.

Según se aprecia en el Anexo 9-4 de la presente entrega, en el detalle de los parámetros que caracterizan cada uno de los suelos muestreados, se corrobora los tipos texturales descritos por CIREN, no obstante, también se confirma la mencionada variabilidad de situaciones de suelo. Un común denominador de todos los sitios muestreados, la humedad presente en el perfil y en el entorno aledaño a cada sitio, lo que se asocia directamente con niveles freáticos altos y afloramientos circundantes de agua subterránea, configurando a veces situaciones de suelos de vega.

Se debe indicar que todos los suelos presentaron rasgos moderados de erosión hídrica, dependiendo principalmente de condiciones de topografía. En sectores de quebradas y de mayores pendientes, sujetos a pérdida de las coberturas boscosas originales se evidencian rasgos de erosión moderada a fuerte.

A partir de los análisis de laboratorio, se evidencian suelos ácidos, con alta M.O. y con adecuados a medios niveles de NPK.

Asociación Copiulemu

Según los perfiles tipos descritos por CIREN (2014), se pueden indicar los siguientes rasgos:

- Horizontes. La secuencia de horizontes genéticos básica es A - B - C Esto indica procesos moderados intensos de horizonación, y de límites claros entre ellos. En suelos en posiciones menos favorables para su evolución, se presentan horizontes A - AB - B - C, y de límites difusos.
- Potencia. Los suelos descritos son muy profundos a moderadamente profundos.

- Color. Predominan tonalidades pardas rojizas oscuras, en los horizontes superficiales, las que varían a rojo en los horizontes B, y a tonalidades rojo grisáceo y pardo rojizo muy oscuros en profundidad.
- Textura. Predominan clases finas a medias. Con texturas franco arcillosas a franco arcillo limosas en el horizonte A. Texturas arcillosas y arcillo limosas, en horizontes B.
- Estructura. Los horizontes superficiales presentan una estructura de bloques angulares y sub-angulares moderados a fuertes.
- Pedregosidad. Con pedregosidad fina escasa a común, salvo en horizontes muy profundos con mayor pedregosidad.

La caracterización de terreno asociada a los suelos de esta serie, abarcó situaciones de suelo tanto en lomajes como en sectores de valle, donde las configuraciones de suelos son evidentemente distintas debido a que sus procesos evolutivos no son los mismos.

En los valles se encuentran suelos de gran profundidad, con texturas Franco arcillosas predominantes, no exentas de un alto nivel de compactación, mientras que, en los suelos de lomaje, dicha compactación se asocia por lo general a procesos erosivos donde la primera estrata de suelos ha sido removida quedando expuestas estratas de mayor dureza. No obstante, los 4 suelos caracterizados asociados a esta serie están insertos en un entorno de explotación agrícola, en especial de frutales en secano (cerezos, manzanos y vid vinífera).

Según se aprecia en los resultados de laboratorio, los predominantes porcentajes de microporosidad y de capacidad de campo, junto a texturas Franco arcillosas asociadas a gran cantidad de maicillo, se relacionan en estos suelos a su alto grado de compactación, no obstante, no se observan indicios de problema de drenaje ni indicadores de nivel freático alto, ni fuentes de agua subterránea o superficial cercanas.

Desde el punto de vista químico estos suelos son ligeramente ácidos, con altos niveles de materia orgánica y con adecuados niveles nutricionales de NPK.

Se debe indicar que todos los suelos presentaron rasgos moderados de erosión hídrica, dependiendo principalmente de condiciones de topografía. En sectores de quebradas y de mayores pendientes, sujetos a pérdida de las coberturas boscosas originales se evidencian rasgos de erosión moderada a fuerte.

Serie Ninhue

Según los perfiles tipos descritos por CIREN (2014), se pueden indicar los siguientes rasgos:

- Horizontes. La secuencia de horizontes genéticos básica es A-AB-B- C, Esto indica procesos moderados a intensos de horizonación, y de límites lineales entre ellos. En

suelos de menor profundidad y en posiciones menos favorables para la evolución de los suelos, se presentan horizontes A-AB - B.

- **Potencia.** Los suelos descritos son muy profundos.
- **Color.** Predominan tonalidades pardo amarillento y pardo amarillento oscuras y pardo grisáceas, en los horizontes superficiales, las que varían a tonalidades pardo grisáceos más oscuros en profundidad.
- **Textura.** Predominan clases medias. Con texturas franca a francas arenosas finas y muy finas en el horizonte A. Texturas franco arcillosas, y franco arcillo arenosas en horizontes B.
- **Estructura.** Los horizontes superficiales presentan una estructura de bloques angulares y sub-angulares moderados a fuertes.
- **Pedregosidad.** Sin pedregosidad o con pedregosidad fina escasa, salvo en horizontes muy profundos con pedregosidad fina muy escasa.

La campaña desarrollada en terreno, donde 3 de los 20 muestreos realizados corresponden suelos de esta serie, permitió corroborar la caracterización física descrita por CIREN 2014.

Las tres situaciones caracterizadas corresponden a suelos planos asociados a praderas naturales, especialmente colonizados por galega, no exentos de compactación. No obstante, con alto contenido de humedad, generalmente asociado a situaciones de vega.

Tal como lo describen las fichas de caracterización presentadas en el Anexo 9-4 de la presente entrega, se trata de suelos con texturas Franco arenosas y limosas en estratas superficiales, variando a texturas arenosas en profundidad y de nula plasticidad.

Desde el punto de vista físico hídrico presentan una adecuada capacidad de retención de agua (cc) superficialmente, no obstante, con una predominante macroporosidad en especial en profundidad, estrechamente asociada a estratas de alto contenido arenoso, esta capacidad retentiva disminuye. Sin embargo, no se descartan posibles problemas de drenaje debido al alto contenido de humedad del perfil y del entorno aledaño al sitio de muestreo.

Desde el punto de vista químico, tal como lo reflejan los resultados de laboratorio consignados en el Anexo 9-4 de la presente entrega, corresponden a suelos de pH neutro a ligeramente ácido, Niveles medios y altos de materia orgánica, pero con niveles nutricionales de medios a bajos en NPK.

Se debe indicar que todos los suelos presentaron rasgos moderados de erosión hídrica, dependiendo principalmente de condiciones de topografía.

Serie Arenales

En general, los suelos de la Serie Arenales comparten los rasgos siguientes:

- Horizontes. La secuencia de horizontes genéticos básica es AC-C, Esto indica procesos incipientes de horizonación, lo que se ve corroborado por la presencia de límites generalmente difusos entre ellos.
- Potencia. Los suelos varían de profundos a medios, sobre el sustrato de arenas.
- Color. En la mayoría de los perfiles estudiados se produce un aumento leve de las intensidades y/o tonos en profundidad, lo que se relaciona con una disminución de la materia orgánica. Predominan tonalidades pardo grisáceas, y grises en los horizontes superficiales, las que varían a tonalidades pardo grisácea oscuras en profundidad. Estos colores son indicadores de que existen buenas condiciones de aireación y drenaje en los suelos (Soil Survey Staff, 2009).
- Textura. Predominan clases texturales gruesas. Con texturas areno francosas en el horizonte A.
- Estructura. Los horizontes superficiales presentan una estructura de bloques medios angulares y sub-angulares débiles, y granular muy débil, típica en suelos moderados de materia orgánica (Porta et al., 2004).
- Pedregosidad. No se presenta pedregosidad en ninguno de los horizontes.

Solamente uno de los suelos caracterizados en terreno pertenece a la serie Arenales, rindiendo cabalmente honor a esta denominación, ya que se trata de suelos Areno francosos superficialmente y Arenosos en profundidad, dispuestos prácticamente como dunas.

Desde el punto de vista físico hídrico estos suelos presentan un muy bajo porcentaje de capacidad de campo y de humedad aprovechable debido ahora predominante macroporosidad dentro de su abundante espacio poroso y con un 84% de arena, siendo muy similar la composición textural entre la estrata 1 y 2 el perfil analizado; según se presenta en los resultados de laboratorio del Anexo 9-3 de la presente entrega. Dados estos antecedentes es posible presumir que no existen problemas aparentes de drenaje.

Desde el punto de vista químico, se trata de suelos ligeramente ácidos y sin problemas de conductividad eléctrica, con bajo contenido de materia orgánica y contenidos medios de NPK, resultados a considerar dentro del manejo pertinente al implementar agricultura regada en ellos.

Estos suelos presentaron rasgos moderados a severos de erosión eólica.

Serie Llahuén

Según los perfiles tipos descritos por CIREN (2014), se pueden indicar los siguientes rasgos:

- Horizontes. La secuencia de horizontes genéticos básica es A-AC-C, Esto indica procesos moderados a incipientes de horizonación, y de límites difusos entre ellos. En suelos de mayor profundidad y en posiciones más favorables para su evolución, se presentan horizontes A-AB-C.
- Potencia. Los suelos varían de muy profundos a medianamente profundos.
- Color. Predominan tonalidades pardo oscuras y pardo grisáceas, en los horizontes superficiales, las que varían a tonalidades pardo grisáceos muy oscuros en profundidad.
- Textura. Predominan clases medias. Con texturas franco arcillo arenosas y franco arenosas finas en el horizonte A. Y arenosas finas en C.
- Estructura. Los horizontes superficiales presentan una estructura de bloques sub-angulares moderados.
- Pedregosidad. Sin pedregosidad, salvo en horizontes muy profundos con pedregosidad fina muy escasa.

Solamente uno de los suelos caracterizados en terreno corresponde a la serie Llahuén, cuyo predio visitado se ubica en un sector de planicie aladaña al río Itata, tal como se aprecia en la Figura 3-2. El sitio muestreado corresponde a un sector de huertos frutales caseros y plantación de frutillas comerciales.

Desde el punto de vista físico hídrico, estos suelos poseen un equilibrado porcentaje de arena, limo y arcilla en su composición textural, siendo un poco más abundante en arena en profundidad. En base a estas características, se determina para este suelo la clase textural de suelos Francos.

Presenta una adecuada capacidad retentiva expresada en un porcentaje de capacidad de campo cercano a 30%, asociado a una porosidad total abundante con micro porosidad dominante.

Los límites entre horizontes se aprecian difusos, dando la apariencia de un solo horizonte. No obstante, se aprecia un grado de compactación mayor en profundidad, posiblemente asociado pie de arado al ser un terreno agrícola el analizado.

Desde el punto de vista químico se observa, en los resultados de laboratorio presentados en el anexo 9-3 de la reciente entrega, contenidos medios de materia orgánica, ausencia de problemas de conductividad eléctrica y una condición ligeramente ácida del suelo, mientras que, del punto de vista nutricional, se observan adecuados niveles de NPK.

Estos suelos presentaron rasgos muy moderados de erosión eólica, dependiendo de su exposición a los vientos predominantes.

Serie Confluencia

Según los perfiles tipos descritos por CIREN (2014), se pueden indicar los siguientes rasgos:

- Horizontes. La secuencia de horizontes genéticos básica es A - C, Esto indica procesos leves de horizonación, y de límites generalmente difusos entre ellos. En suelos de mayor profundidad y en posiciones más favorables para su evolución, se presentan horizontes A-B-C.
- Potencia. Los suelos varían de profundos a medios.
- Color. En la mayoría de los perfiles estudiados se produce un aumento leve de las intensidades y/o tonos en profundidad, lo que se relaciona con una disminución de la materia orgánica. Predominan tonalidades pardo rojizo grisáceas, y pardo amarillo grises en los horizontes superficiales, las que varían a tonalidades pardo grisácea en profundidad.
- Textura. Predominan clases texturales medias a finas. Con texturas franco arenosas y franco arcillosas en el horizonte A.
- Estructura. Los horizontes superficiales presentan una estructura de bloques medios angulares y sub-angulares débiles a moderados.
- Pedregosidad. Se presenta pedregosidad muy baja a inexistente en los horizontes superficiales, y pedregosidad baja a moderada en C.

Solamente uno de los suelos caracterizados el terreno corresponde a la serie Confluencia, cuyo predio visitado se ubica en un sector de relieve y pendiente pronunciada aledaño al río Itata, tal como se aprecia en la Figura 9-2. El sitio muestreado corresponde a un huerto comercial de olivos, en terrazas acamellonadas.

Según se aprecia en las fichas de caracterización presentadas en el Anexo 9-4 de la presente entrega, este suelo fue clasificado como Arena francoso superficialmente y arenoso en profundidad con límites muy difusos entre horizontes, carácter probablemente al origen evolutivo de estos suelos íntimamente vinculado con el arrastre aluvial del río.

Según se aprecia en los resultados de laboratorio del Anexo 9-3 de la presente entrega, la clasificación textural asignada es la de Arena francosa, coincidente con la determinada en terreno. Desde el punto de vista físico hídrico, se aprecia una muy escasa capacidad de retención asociada a bajos porcentajes de CC y de PMP. No obstante, la abundante macroporosidad hace suponer ausencia de problemas de drenaje.

Desde el punto de vista químico se presentan bajos en materia orgánica, con pH neutro y sin problemas de conductividad eléctrica. Desde el punto de vista nutricional se presentan con niveles adecuados a medios de NPK.

Se debe indicar que estos suelos presen rasgos moderados de erosión hídrica y eólica dada su alta pendiente.

Terrazas Aluviales

A partir de los perfiles de suelos descritos, y los perfiles tipos descritos por CIREN (2014), son suelos de muy variados orígenes y posiciones, pero se pueden indicar los siguientes rasgos comunes:

- Horizontes. La secuencia de horizontes genéticos básica más común es A-AC-C, pero esta depende de las condiciones de evolución de los suelos, también encontrándose suelos de mayor evolución con horizontes A- AC- BC- C.
- Potencia. Los suelos descritos son delgados a moderadamente profundos.
- Color. Predominan tonalidades pardo grisáceas, en los horizontes superficiales, las que varían a pardo oscuro en horizontes de mayor profundidad.
- Textura. Predominan clases medias a gruesas. Con texturas franco arcillo arenosas a franco arenosas en el horizonte A. Texturas arenosas se presentan en suelos de menor evolución.
- Estructura. Los horizontes superficiales presentan una estructura de bloques angulares y sub-angulares débiles, también granular.
- Pedregosidad. Sin pedregosidad o con pedregosidad fina muy escasa en los horizontes superficiales.

Sólo uno de los suelos caracterizados el terreno corresponde a Terrazas aluviales, producto de su ubicación en un sector aledaño a un estero, cuya variación de caudal hace que dicho sector se inunde y reciba depositación de sedimentos durante el invierno.

El sitio muestreado corresponde a un terreno cultivado con chacra casera asociado a pradera natural.

Según se aprecia en las fichas de caracterización presentadas en el Anexo 9-4 de la presente entrega, se distinguieron 3 horizontes en este suelo, producidos probablemente por recientes depositaciones de sedimento durante las últimas crecidas invernales, caracterizándose como Franco arenoso en superficie, pasando por una condición Arena limosa intermedia y tornándose Arcilloso en profundidad.

Una condición permanente de humedad caracteriza este suelo debido a su cercanía al cauce del estero, característica que hace suponer un nivel freático alto y posibles problemas de drenaje, dado que a los 60 centímetros existe un horizonte muy arcilloso e impermeable.

Según se aprecia en los resultados de laboratorio del Anexo 9-3 de la presente entrega, se observa importantes proporciones de arena en el perfil, asociando media a baja capacidad de retención de agua y bajo porcentaje de CC en la segunda estrata, no obstante, no fue muestreado el piso de la calicata, el que se define a los 60 cm con un carácter muy arcilloso sobre el cual se depositan los dos primeros horizontes.

Desde el punto de vista químico este suelo se caracteriza por tener un pH ácido, un bajo nivel de materia orgánica y bajos a muy bajos niveles de NPK, factores importantes de considerar en el manejo correctivo y de fertilización de suelos.

9.2.2.3. Recomendaciones de Cultivo y de Manejo según Factores Agroclimáticos y Agrológicos Presentes

Se realiza a continuación un análisis que cruza la información agroclimática desarrollada detalladamente en este capítulo, con el análisis descriptivo de los resultados de la campaña de suelos recién presentados, con el objetivo de poder generar recomendaciones de manejo pertinentes según las características de cada suelo para la puesta en riego y para la implementación de agricultura en una Situación Con Proyecto, asociando cultivos climáticamente adaptados a la zona.

En la Figura 9-3 se presenta la ubicación geográfica de los puntos muestreados ya descritos agrológicamente, asociando gráficamente la serie o asociación a la que pertenecen. Se presenta a la vez, la ubicación e influencia de los distritos agroclimáticos descritos en el presente capítulo. De esta forma se cuenta con una base idónea y resumida de cruce de información agroclimática y agrológica que permita generar recomendaciones pertinentes de cultivos a la zona.

Una premisa de gran relevancia e importante de generar en el contexto de la adaptabilidad climática de las diversas especies agrícolas a los distritos agroclimáticos presentes es que, tal como se observa en el Cuadro presentado en el presente capítulo, la adaptabilidad descrita para especies anuales, tales como hortalizas praderas cereales y leguminosas, respecto de los distritos agroclimáticos presentes, es la misma, dado que su permanencia es temporal en el año agrícola. Por esta razón, la recomendación de implementación de estas especies en Situación Con Proyecto será transversal a los 3 distritos, siendo condicionada únicamente por los parámetros agrológicos descritos en cada caso.

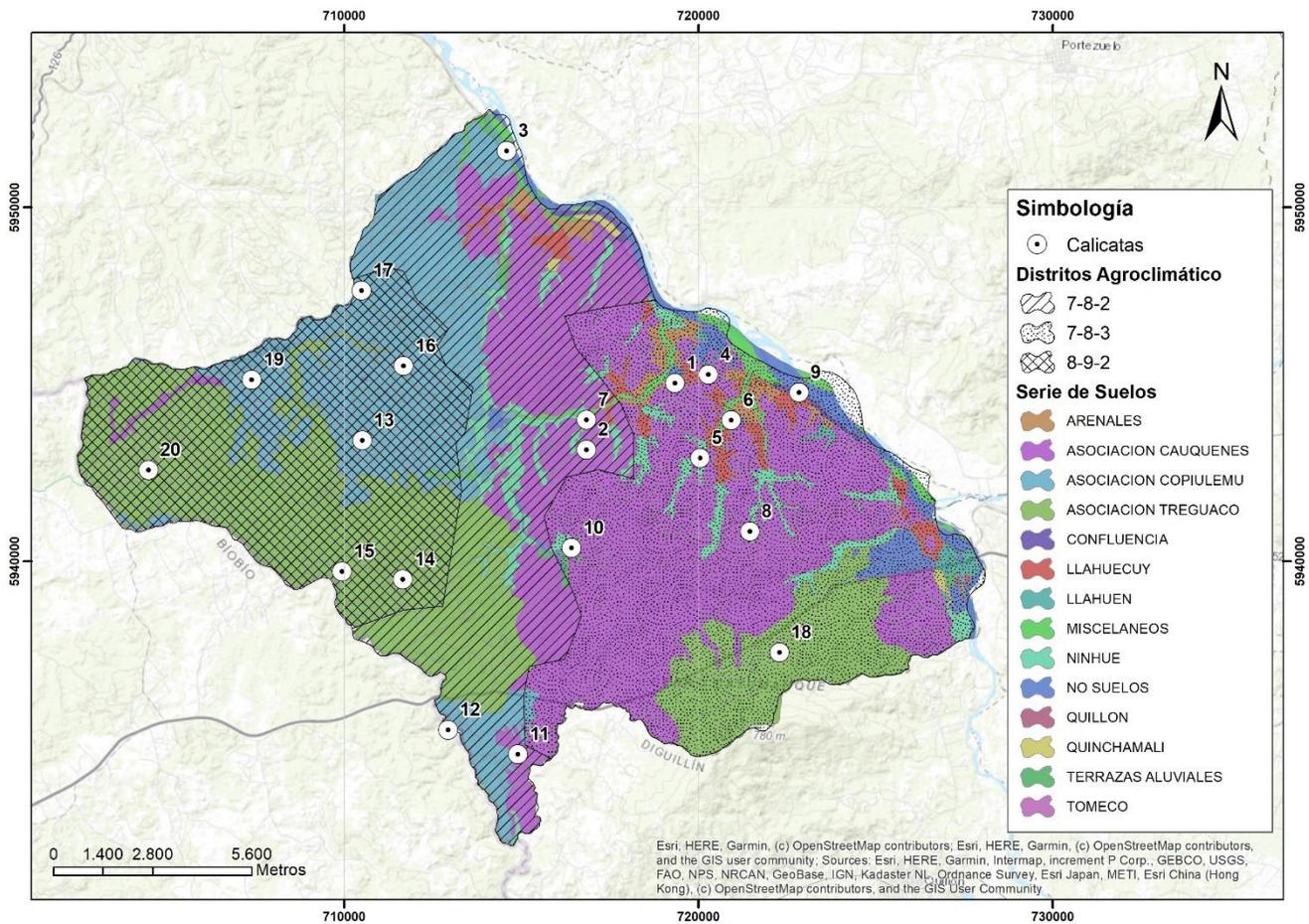


Figura 9-3: Puntos de muestreo, series de suelo y distritos agroclimáticos presentes en el área de estudio

Fuente: Elaboración propia, con base de Estudio Agrológico CIREN (2014) y AGRIMED – U. de Chile (2017).

No existen diferencias radicales entre los 3 distritos respecto de la adaptabilidad de frutales. Así, se genera también la premisa que una especie no adaptada, según el mencionado cuadro, lo es transversalmente a los 3 distritos. Para especies frutales adaptadas, existen diferencias sutiles de adaptabilidad según el distrito que se trate, diferencias que las categorizan como “especie adaptada” en un distrito y “moderadamente adaptada” en otro, diferencias que se remiten principalmente al cumplimiento de las horas frío requeridas por cada especie y sensibilidad a heladas.

No obstante, la experiencia del consultor recorriendo el área de estudio, permite visualizar que el área de influencia definida para estos distritos por el Atlas citado, es muy grande, considerando la gran variabilidad micro climática que la geografía de la zona produce al interior de estos distritos y de toda el área de estudio.

Tal como se consignó en el análisis realizado en el estudio agroclimático del presente capítulo, es de suma relevancia considerar el concepto de microclimas en estos análisis, concepto aplicable sobre

todo en zonas de nutrido relieve, con presencia de quebradas, lomajes y valles que inciden en que las características del distrito agroclimático no sean continuas en su extensión.

A raíz de lo anterior, la presente consultoría definirá transversalmente en el área de estudio, **2 contextos agroclimáticos** diferenciables en su comportamiento, fundamentalmente respecto de la incidencia de heladas, factor determinante que influye en que una especie sea o no adaptable al contexto.

De esta forma se determina un **contexto de planicie**, asociado a los valles interiores entre cerros, así como planicies aledañas a los cauces fluviales, donde las heladas invernales son muy frecuentes y limitantes para especies sensibles. Por otro lado, se definirá el **contexto de lomaje**, donde es factible superar la línea de inversión térmica durante el fenómeno de la helada, escapando a su efecto y permitiendo adaptabilidad a especies sensibles.

De esta forma especies sensibles a heladas serán sólo recomendadas en laderas (lomaje), mientras que, en los valles interiores y planicies aledañas a los cauces fluviales, serán sólo recomendadas especies resistentes a este factor, tal y como se describe detalladamente en el cuadro de adaptabilidad del presente capítulo.

Por estas razones, desde el punto de vista agroclimático, la presente consultoría se enfocará en generar recomendaciones que en resumen se ordenan de la siguiente manera:

- En primera instancia se **recomendará transversalmente al área de estudio la implementación de especies anuales**, dada su amplia adaptabilidad y cualidades que permiten manejar su calendario de siembra a cada situación, además de formar, estas especies, parte importante de la agricultura de autoconsumo y subsistencia (chacras y hortalizas, trigo, avena, praderas, etc.).
- Se descartan las especies frutales o anuales no adaptadas según el análisis agroclimático presentado a toda el área de estudio
- Para las especies frutales adaptadas o moderadamente adaptadas, dada su mayor cantidad de requerimientos para su adaptación, su recomendación de implementación será condicionada según el **contexto agroclimático** que se trate, si es que son sensibles o no a heladas.

De esta forma, se presenta a continuación en el Cuadro 9-7 un resumen de las especies frutales con adaptabilidad a cada uno de los contextos agroclimáticos descritos:

Cuadro 9-7: Recomendación de especies frutales según contexto agroclimático

Contexto Agroclimático	Especies adaptadas
Lomaje y laderas	Limonero - Palto - Papayo
Valles y planicies	Arándano - Cerezo - Grosella - Nogal - Olivo - Kaki - Manzano
Ambos contextos	Almendra - Avellano europeo - Ciruelo - Damasco - Duraznero - Frujilla - Frambuesa - Higuera - Membrillo - Peral - Vid - Castaño

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la información presentada en el Cuadro 9-7, se puede observar que especies como el palto, el limonero y el papayo son recomendadas solamente para ser establecidas en laderas y lomajes, dada su sensibilidad a heladas, en tanto que especies como el arándano, el cerezo, el olivo y el nogal son recomendadas para establecer en las partes bajas y planas del área de estudio. Esto, dado que, por una parte, son resistentes a las heladas características de la época invernal en estos sectores y, por otro lado, presentan requerimientos altos de días grado en unos casos y de horas frío en otros, requerimientos que tienen mayor factibilidad de satisfacción en los sectores bajos.

Finalmente se presenta un grupo de especies potencialmente adaptables a ambos contextos agroclimáticos, dado que sus requerimientos y tolerancias lo permiten.

Desde el punto de vista de los suelos caracterizados, la presente consultoría se enfocará en generar las recomendaciones de manejo correctivo y fertilización pertinentes para satisfacer los requerimientos de los cultivos que se recomienden, así como las labores mecánicas necesarias para establecer cultivos.

Se presenta en el Anexo 9-6 de la presente entrega, un resumen descriptivo de adaptabilidad agrológica de especies, el que servirá como base para contrastar las recomendaciones que se generen en el presente capítulo.

Un aspecto de relevancia que debe ser recordado, es que el enfoque del presente estudio de suelos está dirigido hacia aquellos suelos en que actualmente se desarrolla agricultura o similares dónde potencialmente podría desarrollarse, presentes en predios tipo de pequeños agricultores beneficiarios de PRODESAL de las áreas potencialmente beneficiarias de las obras en estudio.

Por esta razón es que las siguientes recomendaciones de manejo y de especies agrológicamente adaptables, son direccionadas específicamente a los tipos de suelos estudiados e indicados por los profesionales de PRODESAL, tal como se indicó en la metodología de este estudio, suelos que serían regados en forma inmediata en el contexto de Situación Con Proyecto.

En base a la caracterización tanto física como química de suelos realizada en el presente capítulo, se realizarán a continuación las mencionadas recomendaciones para la implementación de agricultura en Situación Con Proyecto:

Asociación Cauquenes:

Por una parte, tal como se describe en la caracterización de estos suelos, se encontraron dentro de esta asociación, suelos asociados al sector costero del río Itata, los que se caracterizan por presentar un perfil arenoso y profundo, con escasa materia orgánica y características físico hídricas que los asocian a baja retención de humedad y características químicas que los asocian a baja fertilidad.

Estos suelos a la vez, no presentan compactación, ni se visualizan estratos impermeables que produzcan mal drenaje, y a la vez se ubican en sectores relativamente planos. No obstante, presentan ondulación y pendientes que pueden llegar al 10%.

Por otra parte, tal como lo indica la caracterización, se encontraron suelos lomaje pronunciado en zonas aledañas al río Itata, como al interior del área de estudio. Estos suelos presentan un carácter arcilloso con abundante maicillo, con un alto grado de compactación, bajos en fósforo y potasio y M.O., con un con una condición físico hídrica que les asocia baja retención de humedad por la abundante cantidad de maicillo que contienen.

De esta forma, los primeros suelos citados no requieren de labores mecánicas agresivas sino más bien superficiales de labranza. No obstante, en suelos que presentan algún nivel de ondulación y pendiente, se requiere de labores de nivelación y en algunos casos la confección de terrazas de cultivo, para evitar erosión.

Desde el punto de vista de las características químicas del suelo es importante recomendar la incorporación de materia orgánica a través de residuos de cosecha y la aplicación de abonos orgánicos en forma sistemática durante varios períodos, recomendándose también la rotación con praderas de vicia y su posterior incorporación. Según cada caso, debe recomendarse un plan de fertilización que refuerce los niveles de fósforo y potasio necesarios según el cultivo, así como también evaluar la posibilidad de enmiendas correctivas que permitan subir levemente el pH de estos suelos según los requerimientos del cultivo a establecer.

Por otra parte, en el caso de los suelos de interior, dado su alto grado de compactación, se recomiendan labores de labranza de mayor agresividad y profundidad, con la implementación de arado de vertedera, de manera de soltar y oxigenar el suelo en profundidad, para posteriormente implementare labores más livianas como el arado tradicional de discos y la rastra. También se recomiendan labores de nivelación y confección de terrazas en los casos de pendientes acentuadas que permitan disminuir el efecto de la erosión por la lluvia o por labores de riego.

Al mismo tiempo debe recomendarse un plan de fertilización que refuerce los niveles de fósforo y potasio necesarios según el cultivo. También es necesario recomendar enmiendas correctivas que permitan subir el pH de estos suelos para neutralizar su acidez.

Como medidas para el manejo conservativo del suelo que aseguren la captación de escorrentías, se propone el empleo de barreras físicas para el control y encauzamiento de la escorrentía, el control de cárcavas (FAO, 2000), tratamientos de incremento de la infiltración como zanjas de infiltración y tratamientos lineales en laderas y taludes como fajinas de sarmientos y ramas (CONAF y JICA, 1998). En quebradas y otros cauces se debe considerar obras para la regulación del flujo hídrico, como diques de postes de madera y disipadores, en conjunto con el control y estabilización de taludes (CONAF y JICA, 1998).

A continuación, en el Cuadro 9-8 se presenta el grupo de especies recomendables de establecer en estos suelos en función de sus características de adaptabilidad.

Cuadro 9-8: Cultivos adaptados Asociación Cauquenes

Tipo de Cultivos	Especies recomendadas
Frutales	membrillo, vid, zarzaparrilla
Cereales	avena, trigo, cebada
Forrajeros	alfalfa, ballica inglesa, trébol rosado
Legumbres de guarda	-
Hortalizas	acelga, arveja, cilantro, espinaca, haba, perejil, repollo, tomate

Fuente: Elaboración propia.

Asociación Treguaco:

Los suelos estudiados se ubican en valles intermontanos y poseen características texturales que van desde Franco arenosos a suelos arcillosos con alto contenido de roca altamente meteorizada (maicillo), No obstante una característica común, es que se trata de suelos en general con alto contenido de humedad, con entornos de alta presencia de vertientes, afloramientos de agua y napas superficiales, que por una parte, hacen que estas zonas mantengan un promisorio desarrollo agrícola de riego, pero por otra, asocien problemas de drenaje en algunos casos.

Por las razones descritas aquí y en la caracterización desarrollada en este capítulo, para estos suelos la recomendación de manejo mecánico consiste en construir, en los casos donde sea necesario, drenes de evacuación de excesos de humedad, de manera de habilitar terrenos para el establecimiento de frutales y evitar pudrición de raíces.

Las condiciones de topografía, también se recomienda nivelación de terrenos y confección de terrazas de cultivo, de manera de disminuir el efecto de la erosión por lluvia y riego.

Respecto de las características químicas del suelo, se recomiendan enmiendas correctivas del pH, ya que se trata de suelos ácidos; mientras que del punto de vista de la fertilidad se debe evaluar programas de fertilización acordes a cada cultivo, no obstante, los niveles diagnosticados de NPK, son de nivel medio.

En suelos que presentan pendientes en lomaje, se recomiendan medidas para el manejo conservativo del suelo que aseguren la captación de escorrentías. Se propone el empleo de barreras físicas para el control y encauzamiento de la escorrentía, el control de cárcavas (FAO, 2000), tratamientos de incremento de la infiltración como zanjas de infiltración y tratamientos lineales en laderas y taludes como fajinas de sarmientos y ramas (CONAF y JICA, 1998). En quebradas y otros cauces se debe considerar obras para la regulación del flujo hídrico, como diques de postes de madera y disipadores, en conjunto con el control y estabilización de taludes (CONAF y JICA, 1998).

A continuación, en el Cuadro 9-9 se presenta el grupo de especies recomendables de establecer en estos suelos en función de sus características de adaptabilidad a suelos de valle (húmedos) y en el Cuadro 9-10 el grupo de especies adaptadas a suelos de ladera en esta asociación.

Cuadro 9-9: Cultivos adaptados a valles Asociación Treguaco

Cultivos y plantaciones	Especies
Frutales	membrillo, zarzaparrilla
Cereales	avena, trigo, cebada, centeno
Forrajeros	alfalfa, trébol rosado
Legumbres de guarda	-
Hortalizas	acelga, alcachofa, apio, arveja, brócoli, cilantro, haba, perejil, repollo,

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-10: Cultivos adaptados a laderas Asociación Treguaco

Cultivos y plantaciones	Especies
Frutales	arándano, cerezo, ciruelo, damasco, duraznero, grosella, nogales, palto, peral, vid
Cereales	centeno
Forrajeros	ballica inglesa, ballica italiana,
Legumbres de guarda	chícharo
Hortalizas	achicoria, ají, ajo, apio, betarraga, choclo, coliflor, espinaca, lechuga, melón, papa, pepino ensalada, pimentón, tomate, zanahoria, zapallo

Fuente: Elaboración propia.

Asociación Copiulemu:

Tal como se describe en la caracterización realizada en el presente capítulo, los suelos visitados pertenecientes a esta asociación son de gran diversidad, tanto en las características de su perfil como en la geografía en los que se encuentran ubicados.

Fueron así caracterizados suelos cultivados en ladera, así como suelos de zonas planas, no obstante, el común denominador de su caracterización es el alto grado de compactación asociada a texturas arcillosas mezcladas con material arenoso grueso proveniente de roca altamente meteorizada (maicillo). A su vez una característica común es la erosión asociada a laderas y lomajes donde se ubican estos suelos.

Todas estas características, es pertinente recomendar en estos suelos labores mecánicas agresivas y profundas de manera de soltar y oxigenar la porción arable de los perfiles, para posteriormente realizar labores normales de labranza con implementos más livianos.

También se debe recomendar la nivelación de paños de cultivo y la confección de terrazas de plantación como forma de implementar el riego, previniendo el incremento de la erosión ya existente.

En suelos que presentan pendientes en lomaje, se recomiendan medidas para el manejo conservativo del suelo que aseguren la captación de escorrentías. Se propone el empleo de barreras físicas para el control y encauzamiento de la escorrentía, el control de cárcavas (FAO, 2000), tratamientos de incremento de la infiltración como zanjas de infiltración y tratamientos lineales en laderas y taludes como fajinas de sarmientos y ramas (CONAF y JICA, 1998). En quebradas y otros cauces se debe considerar obras para la regulación del flujo hídrico, como diques de postes de madera y disipadores, en conjunto con el control y estabilización de taludes (CONAF y JICA, 1998).

Desde el punto de vista físico hídrico estos suelos asocian bajas capacidades de retención de humedad dado su alto contenido de maicillo y arena, no obstante, presentan alto contenido de materia orgánica, la que se recomienda incrementar a través de la aplicación de abonos orgánicos como guanos y compost, junto con la incorporación de residuos de cosecha y La rotación con para su posterior incorporación.

Desde el punto de vista químico, presentan niveles medios a adecuados de NPK, por lo que el manejo de la fertilización debe ceñirse estrictamente a los requerimientos de los cultivos a establecer. A continuación, en el Cuadro 9-11 se presenta el grupo de especies recomendables de establecer en estos suelos en función de sus características de adaptabilidad.

Cuadro 9-11: Cultivos adaptados Asociación Copiulemu

Cultivos y plantaciones	Especies
Frutales	arándano, cerezo, ciruelo, damasco, duraznero, grosella, nogales, palto, peral, vid
Cereales	Trigo, avena, centeno
Forrajeros	ballica inglesa, ballica italiana,
Legumbres de guarda	chícharo
Hortalizas	achicoria, ají, ajo, apio, betarraga, choclo, coliflor, espinaca, lechuga, melón, papa, pepino ensalada, pimentón, tomate, zanahoria, zapallo

Fuente: Elaboración propia.

Serie Ninhue:

Tal como se describe en la caracterización de suelo realizada en el presente capítulo, los suelos de esta serie son planos de texturas Franco arenosos con un alto grado de compactación y baja capacidad de retención de humedad. No obstante, se detectaron niveles freáticos altos, generando condiciones de Vegas y colonización de estos sectores por galega.

Por lo tanto, desde el punto de vista de las labores mecánicas recomendables de implementar en estos suelos, el paso de arado de vertedera para voltear y oxigenar estos suelos se considera una medida necesaria, además de evaluar en cada caso, la posibilidad de confeccionar drenes profundos para evacuar los excesos de humedad del perfil, de manera de habilitar estos suelos para el cultivo de frutales y evitar así enfermedades asociadas a las raíces.

Los suelos visitados y caracterizados corresponden a planicies intermontana, no obstante, existen laderas y lomajes aladaños, donde adquieren pertinencia todas las recomendaciones realizadas anteriormente que contribuyen a prevenir la erosión causada por lluvia y riego.

Estos suelos figuran con altos niveles de materia orgánica, no obstante, para incrementar su capacidad de retención de agua la cual disminuye en profundidad en la medida que se incrementa su contenido de arena, se recomienda la incorporación de abonos orgánicos compostados y de residuos de cosecha en forma sistemática año a año.

Se trata de suelos con pH ligeramente ácido, por lo que se recomiendan correcciones de este parámetro a través de la incorporación de enmiendas básicas.

Poseen el a la vez, medios a bajos niveles nutricionales de NPK, por lo que es importante recomendar un adecuado programa de fertilización y corrección nutricional según el cultivo o plantación frutal a implementar.

A continuación, en el Cuadro 9-12 y Cuadro 9-13 se presenta el grupo de especies recomendables de establecer en estos suelos en función de sus características de adaptabilidad, diferenciando entre adaptables y moderadamente adaptables.

Cuadro 9-12: Cultivos adaptados Serie Ninhue

Cultivos y plantaciones	Especies
Frutales	damasco
Cereales	avena, trigo, cebada
Legumbres de guarda	-
Hortalizas	acelga, apio, arveja, betarraga, brócoli, cilantro, coliflor, perejil, repollo, tomate,

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-13: Cultivos moderadamente adaptados Serie Ninhue

Cultivos y plantaciones	Especies
Frutales	almendro, arándano, cerezo, ciruelo, frutilla, kaki, limonero, membrillo, peral.
Cereales	centeno
Forrajeros	ballica italiana
Legumbres de guarda	frejol, lentejas
Hortalizas	achicoria, ají, ajo, alcachofa, choclo, esparrago, espinaca, haba, lechuga, melón, papa, pepino ensalada, pimentón, sandía, zapallo

Fuente: Elaboración propia.

Serie Arenales:

Tal como lo describe la caracterización agrológica presentada en este capítulo, estos suelos, situados entre sectores cercanos al río Itata e interiores, se caracterizan por poseer un alto contenido de arena en toda la extensión de su perfil, presentando ondulación y ligeras pendientes en superficie, asemejándose a estructuras de dunas.

Son suelos muy pobres nutricionalmente y pobres en materia orgánica, con muy baja capacidad de retención de humedad, no obstante, son profundos y sin problemas de drenaje.

En primera instancia y en base a las descritas características es que, para el desarrollo de agricultura en estos suelos, es muy necesario crear estructura en ellos, ya que carecen absolutamente de ella. Esto, a través de la incorporación de residuos orgánicos compostados, abonos animales, incorporación de rastrojos de cosecha, de manera de poco a poco ir aumentando los niveles de materia

orgánica en el perfil. Puede implementarse, a pequeña escala, la incorporación artificial de suelos con mayor contenido de arcilla, y así mejorar la calidad de la matriz del suelo.

Secundariamente es factible recomendar implementación de nivelación de terrenos y confeccionar terrazas de cultivo si se trata de suelos con pendiente, de manera de evitar la erosión por lluvia y riego.

Se hace muy necesario para estos suelos, implementar un adecuado y sistemático programa de fertilización que logre suplir las necesidades nutricionales de los cultivos que se implementen en ellos. Son recomendables en este sentido, las rotaciones con leguminosas que logran fijar nitrógeno en el suelo, así como la siembra e incorporación de cultivo de vicia.

A continuación, en el Cuadro 9-14 se presenta el grupo de especies recomendables de establecer en estos suelos en función de sus características de adaptabilidad.

Cuadro 9-14: Cultivos adaptados Serie Arenales

Cultivos y plantaciones	Especies
Frutales	frutilla, vid
Cereales	avena, trigo, cebada
Forrajeros	alfalfa, trébol rosado
Legumbres de guarda	chícharo
Hortalizas	betarraga, cilantro, espinaca, frejol, pepino dulce, perejil, rábano, zanahoria

Fuente: Elaboración propia.

Serie Llahuén:

El suelo visitado perteneciente a esta serie, presentó características de suelo plano y Franco en todas sus dimensiones, con equilibrados contenidos de arena limo y arcilla, adecuados contenidos de materia orgánica, y adecuados niveles nutricionales de NPK.

El entorno del punto de muestreo se asocia terrenos agrícolas, posible causa de que, en profundidad, el perfil a querer un mayor nivel de compactación, posiblemente debido a la formación de un pie de arado.

En función de las características señaladas, para estos suelos se recomiendan medidas de manejo tradicionales de labranza y preparación de suelos, Intercalando cada 2 o 3 temporadas, una rotura de pie de arado, necesaria para permitir la correcta infiltración del riego y para oxigenar la incursión de raíces en profundidad.

Se recomienda su vez, implementar medidas tradicionales de incorporación de rastrojos y residuos orgánicos para mantener el nivel de materia orgánica en el suelo. Del mismo modo, se recomienda implementar un programa de fertilización anual adecuado a cada cultivo o plantación frutal que se implemente.

No obstante, la descripción anterior de estos suelos, existen suelos de la misma serie pero que asocian otro equipo de topografía, ubicándose en laderas con mayor pendiente, para lo cual es pertinente recomendar medidas para el manejo conservativo del suelo que aseguren la captación de escorrentías. Se propone el empleo de barreras físicas para el control y encauzamiento de la escorrentía, el control de cárcavas (FAO, 2000), tratamientos de incremento de la infiltración como zanjas de infiltración y tratamientos lineales en laderas y taludes como fajinas de sarmientos y ramas (CONAF y JICA, 1998). En quebradas y otros cauces se debe considerar obras para la regulación del flujo hídrico, como diques de postes de madera y disipadores, en conjunto con el control y estabilización de taludes (CONAF y JICA, 1998).

A continuación, en el Cuadro 9-15 y Cuadro 9-16 se presenta el grupo de especies recomendables de establecer en estos suelos en función de sus características de adaptabilidad, diferenciando entre adaptables y moderadamente adaptables ya sea en suelos plano o en laderas.

Cuadro 9-15: Cultivos adaptados Serie Llahuén (planicie)

Cultivos y plantaciones	Especies
Frutales	damasco, frutilla, vid, zarzaparrilla
Cereales	avena, trigo, cebada, centeno
Forrajeros	alfalfa, trébol rosado
Legumbres de guarda	-
Hortalizas	acelga, achicoria, ají, ajo, alcachofa, apio, arveja, betarraga, brócoli, choclo, cilantro, coliflor, esparrago, espinaca, haba, lechuga, melón, papa, pepino Ensalada, pepino Dulce, perejil, pimentón, repollo, sandía, tomate, zanahoria, zapallo

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-16: Cultivos moderadamente adaptados Serie Llahuén (laderas)

Cultivos y plantaciones	Especies
Frutales	almendro, arándano, castaño, cerezo, ciruelo, clementina, duraznero, grosella, higuera, kaki, limonero, membrillo, naranjo, nogales, olivos, palto, peral.
Cereales	-
Forrajeros	Ballica inglesa, ballica italiana
Legumbres de guarda	chícharo, lentejas
Hortalizas	-

Fuente: Elaboración propia.

Serie Confluencia:

Se trata de suelos de texturas muy arenosas y de una topografía tanto de planicies como de laderas, tal cual lo indica la caracterización realizada en el presente capítulo. El suelo caracterizado corresponde a un suelo de ladera muy vulnerable a la erosión hídrica y eólica.

Estos suelos dadas sus características, asocian muy baja capacidad es de retención de humedad y presentan niveles nutricionales medios a adecuados, pero solamente porque el suelo muestreado se encuentra en una plantación de olivo regado y fertilizado.

Son suelos profundos sin problemas de drenaje, pero con muy poca materia orgánica.

Dadas estas características, desde el punto de vista de labores mecánicas a recomendar, es pertinente implementar terrazas de cultivo, donde el riego sea estrictamente tecnificado para evitar la erosión hídrica.

A su vez, es muy necesario reforzar y crear estructura en el suelo, ya que prácticamente ésta no existe. esto, a través de una sistemática incorporación de residuos orgánicos, aplicación de abono animal, incorporación de rastrojos de cosecha, etc., que permita a través de las temporadas, lograr aumentar la capacidad retentiva de humedad del suelo y mejorar la condición nutricional de este, junto con un programa de fertilización adecuado al cultivo que se trate, ya que normalmente en estos suelos los niveles de fertilidad son muy bajos. Se propone el empleo de abonos verdes, dada la protección que otorga al suelo de la erosión eólica, promoviendo el aporte de materia orgánica al suelo, disminuyendo la lixiviación de nutrientes.

Por tanto, es pertinente recomendar medidas para el manejo conservativo del suelo que aseguren la captación de escorrentías. Se propone el empleo de barreras físicas para el control y encauzamiento de la escorrentía, el control de cárcavas (FAO, 2000), tratamientos de incremento de la infiltración como zanjas de infiltración y tratamientos lineales en laderas y taludes como fajinas de sarmientos y ramas (CONAF y JICA, 1998). En quebradas y otros cauces se debe considerar obras para la

regulación del flujo hídrico, como diques de postes de madera y disipadores, en conjunto con el control y estabilización de taludes (CONAF y JICA, 1998).

A continuación, en el Cuadro 9-17 y Cuadro 9-18 se presenta el grupo de especies recomendables de establecer en estos suelos en función de sus características de adaptabilidad, diferenciando entre adaptables y moderadamente adaptables, ya sea en suelos de planicie o en laderas.

Cuadro 9-17: Cultivos adaptados Serie Confluencia (planicie)

Cultivos y plantaciones	Especies
Frutales	frutilla, vid
Cereales	avena, trigo, cebada, centeno
Forrajeros	alfalfa, ballica inglesa, trébol rosado
Legumbres de guarda	-
Hortalizas	betarraga, cilantro, espinaca, frejol, pepino dulce, perejil, zanahoria

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-18: Cultivos moderadamente adaptados Serie Confluencia (laderas)

Cultivos y plantaciones	Especies
Frutales	almendro, arándano, cerezo, ciruelo, clementinas, damasco, duraznero, grosella, higuera, kaki, limonero, membrillo, naranjo, nogales, olivos, palto, peral, zarzaparrilla.
Cereales	-
Forrajeros	ballica italiana
Legumbres de guarda	frejol, lentejas
Hortalizas	acelga, achicoria, ají, ajo, alcachofa, arveja, brócoli, choclo, haba, lechuga, papa, pepino ensalada, pimentón, sandía, tomate

Fuente: Elaboración propia.

Terrazas Aluviales

Se trata de suelos aledaños a curso de agua, como es el caso del suelo caracterizado que corresponde a un terreno aledaño a un estero. Consuelo que frecuentemente sufren inundaciones invernales por crecidas, siendo sometidos a adiciones y sustracciones de material en su perfil según sea el nivel y agresividad de la crecida.

A la vez, por estar ubicados en la cercanía de los cauces, poseen niveles freáticos altos, que redundan en una condición de humedad permanente según sea su cercanía al cauce. En este sentido, la condición de humedad asociada estrechamente a una baja oxigenación en el perfil, no hace recomendables estos suelos para cultivos de arraigamiento profundo, sino más bien para cultivos anuales de menor incursión radicular.

Al sufrir anualmente el lavado que su primera estrata y recibir depositación de arena, el resultado de fertilidad es insuficiente.

En el caso del suelo caracterizado se encuentra a los 60 cm una gruesa capa de greda impermeable que impide la infiltración del riego.

Dadas las mencionadas características, es pertinente recomendar desde el punto de vista de las labores mecánicas necesarias, implementar donde sea posible, la confección de drenes para evacuar excesos de agua del perfil, y a la vez, labores profundas con arado de vertedera que logren romper y voltear la capa gredosa mencionada y así permitir la infiltración del agua de riego y la exploración de raíces en profundidad.

Se recomiendan a su vez, labores de nivelación y confección de terrazas de cultivo, de manera de evitar la erosión por el agua de riego.

Se recomienda también la confección de barreras y protección de cauces, de manera de evitar la inundación por crecidas invernales.

Desde el punto de vista de las características fisicoquímicas del suelo, es pertinente recomendar la incorporación de abonos compostados, residuos orgánicos, e incorporación de rastrojos de cosecha, de manera que en forma sistemática se vaya aumentando los niveles de materia orgánica en el suelo y con ello su capacidad retentiva de humedad.

Se recomienda la implementación de un programa de fertilización que restituya los bajos niveles de NPK existentes, y que pueda suplir año a año los requerimientos nutricionales del cultivo o plantación frutal que se implemente.

A continuación, en el Cuadro 9-19 y Cuadro 9-20 se presenta el grupo de especies recomendables de establecer en estos suelos en función de sus características de adaptabilidad, diferenciando entre adaptables y moderadamente adaptables, ya sea en suelos cercanos a los cauces con problemas de drenaje, o suelos con mayor distancia a los cauces y de mejor drenaje.

Cuadro 9-19: Cultivos adaptados terrazas aluviales (cercanía cauces)

Cultivos y plantaciones	Especies
Frutales	-
Cereales	avena, trigo, cebada
Forrajeros	alfalfa, trébol rosado
Legumbres de guarda	-
Hortalizas	arveja, betarraga, cilantro, pepino dulce, perejil, zanahoria

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-20: Cultivos moderadamente adaptados terrazas aluviales (distancia cauces)

Cultivos y plantaciones	Especies
Frutales	arándano, cerezo, ciruelo
Cereales	centeno
Forrajeros	Ballica inglesa, ballica italiana,
Legumbres de guarda	chícharo
Hortalizas	acelga, achicoria, brócoli, coliflor, haba, repollo,

Fuente: Elaboración propia.

9.2.3. Conclusiones

A partir del análisis de los antecedentes obtenidos de la caracterización de los 20 suelos visitados y, los antecedentes secundarios de asociaciones y series de suelos descritas por CIREN para el área de estudio, se procedió a cruzar esta información con los antecedentes de adaptabilidad agroclimática para la zona, indicados por AGRIMED – U. de Chile (2017), determinando de esta forma, las condiciones edafo-climáticas presentes en cada uno de los sectores estudiados. De acuerdo a los requerimientos de suelo y agro-climas de las especies agrícolas, se determinó en cada caso, la potencialidad agrícola de estos sectores, generándose las siguientes conclusiones generales:

- Desde el punto de vista de las condiciones agroclimáticas presentes en el área de estudio se ha determinado una adaptabilidad transversal de los cultivos anuales a los 3 distritos por lo que estas especies serán recomendadas indistintamente en proyecto para todos los sectores de del área de estudio.
- Para especies frutales no existen diferencias significativas de adaptabilidad entre los 3 distritos asociados al área de estudio, sino solamente diferencias entre adaptabilidad moderada y completa, diferencias que se asocian principalmente a satisfacción de requerimientos de horas frío, días grado y sensibilidad a heladas.

- En base al análisis de la información agroclimática actualizada y utilizada por el presente estudio, y en contraste con la percepción real de las características agroclimáticas del área de estudio visualizadas en terreno por el consultor, se ha determinado que el tamaño del área de influencia de cada distrito es demasiado general para representar la gran diversidad de situaciones microclimáticas existentes en la zona dada su nutrida geografía, existiendo zonas caracterizadas por planicies y valles intermontanos y otras por poseer acentuado relieve y presencia de laderas, existiendo agricultura en todos estos contextos.
- En base a la conclusión anterior, la presente consultoría, habiendo descartado especies frutales no adaptadas a estos distritos, condicionará la recomendación de cultivar las restantes especies según su adaptabilidad a 2 contextos microclimáticos claramente diferenciables en el área de estudio, que son el contexto de ladera y el contexto de valles y planicies.
- En base a los requerimientos de cada especie se determinó frutales adaptados a laderas, como el palto y los cítricos, que requieren escapar de las heladas., frutales adaptados a valles y planicies, como el nogal, el cerezo, el olivo y el arándano, que no se afectan por heladas, pero requieren acumular mayor número de días grado y de horas de frío, requerimientos que se logran satisfacer de mejor forma y las partes bajas. Finalmente, un grupo de frutales con adaptabilidad a ambos contextos agroclimáticos, como el almendro, el avellano europeo, el ciruelo y la vid vinífera.
- Desde el punto de vista agrológico, tal como lo describe en detalle la Etapa 1 del presente estudio, la generalidad de los suelos del área de estudio posee muy escasa capacidad de uso agrícola, poseyendo la mayor parte de estos, un uso preferentemente forestal. No obstante, el enfoque del estudio de suelos se direccionó a suelos agrícolas que representan una selección de las mejores condiciones agroecológicas presentes en el área de estudio, y sobre la base de estas condiciones, se procedió a realizar las recomendaciones de manejo y de cultivos adaptables.
- Una importante proporción de los suelos presentes en sectores aledaños al río Itata, poseen perfiles con una marcada tendencia hacia texturas gruesas (arenosas), profundos y presentando variable condición de relieve. Estos suelos presentaron precaria estructura, bajos contenidos de materia orgánica y niveles nutricionales bajos, evidenciando estas características, limitantes que condicionan la adaptabilidad de algunas especies frutales. No obstante, se generan recomendaciones generales pertinentes a cada caso.
- Hacia los sectores interiores del área de estudio los suelos agrícolas están presentes tanto en planicies y valles intermontanos, como en laderas y lomajes de variable pendiente. El común denominador de los suelos de interior son los mayores contenidos de arcilla en el perfil y los altos contenidos de roca altamente meteorizada, factores que contribuyen a un alto grado de compactación del perfil, lo que hace necesario la implementación de medidas de manejo mecánico profundas y agresivas

en el suelo, junto con la agregación de materia orgánica sistemática en el transcurso de las temporadas, la corrección de los pH ácidos a través de la aplicación de enmiendas y la implementación de programas de fertilización adecuados a las deficiencias presentes y a los requerimientos anuales de cada cultivo que se vaya a establecer.

- A partir del análisis conjunto de la información generada y recopilada por el presente estudio, se ha presentado como producto medular, un conjunto de recomendaciones de cultivo para cada situación climática y de suelos, y recomendaciones generales en cuanto a fertilización y manejo conservativo de los suelos. Esto constituye una base sobre la cual formular la estructura de cultivos en Situación Con Proyecto en siguientes etapas del presente estudio, donde será necesario agregar el componente económico y comercial para determinar la factibilidad económica de implementar dichas recomendaciones en la práctica, optimizando así los beneficios económicos de los proyectos.

9.3. Sectorización

9.3.1. Definición y Alcances

El sector de riego se define como una unidad territorial homogénea a la cual puede asociarse una determinada demanda de agua, constituyendo una unidad de riego independiente del resto desde el punto de vista del manejo del agua.

Así, los sectores de riego, junto con la clasificación de niveles tecnológicos de los agricultores y los estratos de tamaño predial definen las unidades en las cuales se realiza la caracterización productiva y económica agropecuaria, tanto en Situación Actual (SA) y Con Proyecto (SCP).

Para definir la sectorización se han considerado los siguientes aspectos:

- Características topográficas de la zona, existencia de terrenos planos o con pendiente suficiente para la agricultura.
- Características administrativas, diferenciando los territorios comunales.
- Características y potencialidad de los recursos básicos de clima y suelo. Se utilizó la división en distritos agroclimáticos, clasificación de suelos (Etapa 1).
- Diferencias productivas y de infraestructura detectadas en las primeras visitas a terreno.

9.3.2. Resultados

Para el presente estudio existe un criterio de sectorización previamente definido por la Comisión Nacional de Riego, el cual se relaciona con la viabilidad general de los potenciales sectores de riego a acceder a recursos del río Itata.

En consecuencia, dado lo anteriormente descrito, se han establecido dos sectores:

- **Zona 1:** Son los sectores adyacentes al río Itata, al este de la comuna de Ránquil.
- **Zona 2:** Son los sectores en donde se ve muy difícil la entrega de recursos desde el río Itata, dada su lejanía o diferencia de altura, al oeste de la comuna de Ránquil.

La Figura 9-4 muestra la distribución general de los sectores en el área de estudio.

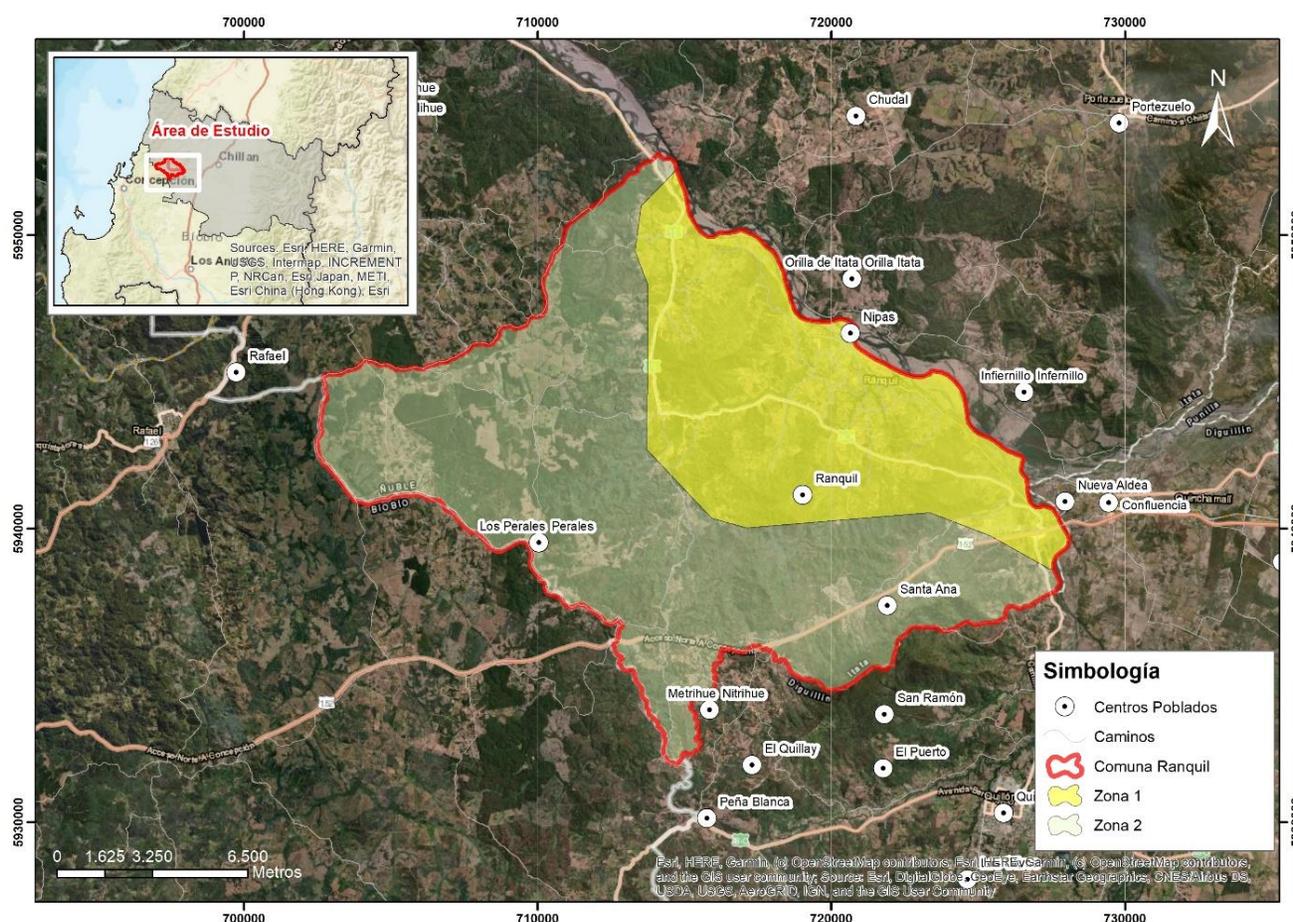


Figura 9-4: Sectorización del área de estudio

Fuente: Elaboración propia.

9.4. Situación Actual Agropecuaria

9.4.1. Identificación de los Predios y sus Agricultores

9.4.1.1. Información proveniente del PRODESAL

En la etapa de recopilación de antecedentes se solicitó información al equipo PRODESAL de la comuna de Ránquil, obteniéndose un listado con nombre y apellido, ubicación geográfica de los predios,

comuna, localidad y superficie total. Con esta información se logró una base de datos de 427 agricultores, 281 en la Zona 1, 117 en la Zona 2 y 29 casos aún sin determinar.

No en todos los casos el dato de ubicación está correcto, por lo que se corrigió la base de datos, pudiendo localizar a una gran parte de los agricultores geográficamente, lo que se presenta en la Figura 9-5. El listado detallado de los usuarios PRODESAL se encuentra en el Anexo 9-8.

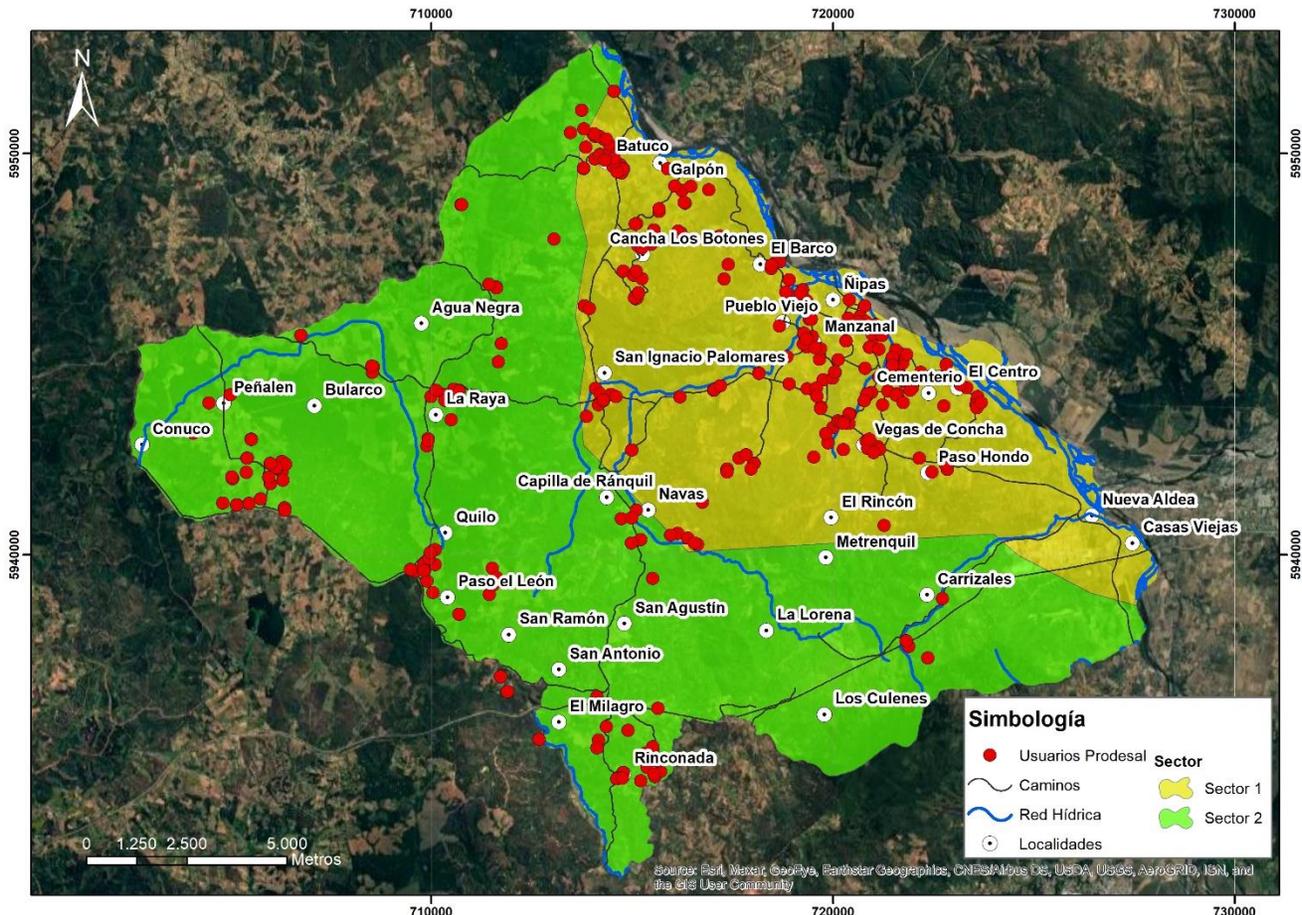


Figura 9-5: Ubicación geográfica agricultores PRODESAL.

Fuente: Elaboración propia, según información PRODESAL comuna de Ránquil, 2021.

9.4.1.2. Listado de Predios

Con la finalidad de definir e identificar el universo total de predios contenidos en la descrita envolvente del área de estudio, se generó un listado de predios en base al Rol de Extracto Agrícola (REA) del SII-CIREN de la comuna de Ránquil.

Al observar la información base, inmediatamente se detectó una importante carencia u obsolescencia de información con respecto a la información entregada por PRODESAL. Por ello se realizó

un importante esfuerzo por perfeccionar el listado de predios, a partir de la digitalización de los predios presentes en la base de datos del SII (<https://www4.sii.cl/mapasui/internet/>).

A pesar del trabajo realizado, persistieron profundas incompatibilidades entre el listado de predios y la información de los usuarios PRODESAL, las que se ratificaron en la campaña de terreno, con aún más disociación entre las fuentes de información.

Los problemas más relevantes detectados son los siguientes:

- Claras incongruencias en el listado de predios acerca del nombre de propietario por Rol-SII.
- Existencia de innumerables subdivisiones prediales no registradas en el listado REA CIREN (especialmente registradas en predios mayores a 5 ha).
- En relación a lo anterior, serias limitantes para determinar los límites prediales de esos nuevos predios.
- En un número importante, los agricultores desconocían el número de Rol SII del predio, lo que dificulta la comparabilidad.

Dado lo anterior, el listado predial presentado en el Anexo 9-9 posee problemas de representatividad en cuanto a la identificación de potenciales beneficiarios y la estructura de la propiedad agrícola, lo que restringe su utilidad de manera importante para el presente estudio.

En base a esta fuente de información, el total de predios llega a 1.203, de los cuales 690 se ubican en la Zona 1 y 513 en la Zona 2.

9.4.2. Estructura de la Propiedad Agrícola

En directa relación con el acápite anterior, la siguiente estratificación predial se basa en la clasificación utilizada en el VII Censo Agropecuario y Forestal (2007) y numerosos estudios desarrollados por la DOH y CNR, lo que facilita la comparación de resultados

A continuación, se presentan los estratos de tamaño predial:

- **Estrato de tamaño 1:** Predios de tamaño menor o igual a 1,0 ha.
- **Estrato de tamaño 2:** Predios de tamaño mayor de 1,0 ha y menor o igual a 5,0 ha.
- **Estrato de tamaño 3:** Predios de tamaño mayor a 5,0 ha y menor o igual a 10,0 ha.
- **Estrato de tamaño 4:** Predios de tamaño mayor a 10,0 ha y menor o igual a 20,0 ha.
- **Estrato de tamaño 5:** Predios de tamaño mayor a 20,0 ha y menor o igual a 50,0 ha.
- **Estrato de tamaño 6:** Predios muy grandes, con superficies mayores a 50,0 ha.

Tal como se describió anteriormente, tanto en la revisión en gabinete como en la campaña de terreno, se detectaron importantes diferencias entre la información presente en el listado de predios CIREN-SII con respecto a la realidad del área de estudio, lo que restringe su utilidad de manera importante. No obstante, es la única base de datos que abarca el total de la superficie comunal.

El Cuadro 9-21 presenta la estratificación predial para el área de estudio en cuanto al número de predios y la superficie física involucrada.

Cuadro 9-21: Predios por estrato área de estudio según CIREN-SII

Zona	Estrato	Predios		Sup. Total	
		N°	%	ha	%
1	E1	262	38,0	140,7	1,8
	E2	245	35,5	552,9	7,1
	E3	43	6,2	296,4	3,8
	E4	75	10,9	1.083,0	13,8
	E5	39	5,7	1.211,4	15,5
	E6	26	3,8	4.540,2	58,0
	Subtotal	690	100,0	7.824,5	100,0
2	E1	125	24,4	72,2	0,4
	E2	191	37,2	457,9	2,8
	E3	50	9,7	365,6	2,3
	E4	42	8,2	641,8	4,0
	E5	44	8,6	1.315,3	8,2
	E6	61	11,9	13.246,5	82,3
	Subtotal	513	100,0	16.099,3	100,0
Total	1.203	-	23.923,8	-	

Fuente: Elaboración propia, a partir de REA-CIREN y modificado con información web de SII.

Por otra parte, existe la base de datos provista por PRODESAL que, si bien contiene datos más actualizados, solo corresponde a los usuarios atendidos por dicho programa, además de que la información predial consignada en esta fuente, es recabada a partir de información entregada por los mismos agricultores, por lo que podría tener errores o aproximaciones. **Cabe destacar que para el Municipio de Ránquil, este es el principal grupo al cual deberían estar dirigidas las iniciativas propuestas en las siguientes Etapas del estudio.**

Cuadro 9-22: Predios por estrato área de estudio según PRODESAL

Zona	Estrato	Predios		Sup. Total	
		N°	%	ha	%
1	E1	139	49,5	75,5	5,4
	E2	97	34,5	238,1	17,0
	E3	16	5,7	115,4	8,2
	E4	22	7,8	303,6	21,7
	E5	5	1,8	147,0	10,5
	E6	2	0,7	524,9	37,5

Cuadro 9-22: Predios por estrato área de estudio según PRODESAL

Zona	Estrato	Predios		Sup. Total	
		N°	%	ha	%
	Subtotal	281	100	1.400,5	100,0
2	E1	42	35,9	29,4	8,0
	E2	56	47,9	144,5	39,2
	E3	12	10,3	87,0	23,6
	E4	7	6,0	93,0	25,2
	Subtotal	117	100	353,9	100,0
Total		398	-	1.758,40	-

Fuente: Elaboración propia, a partir de PRODESAL comuna de Ránquil (2021).

9.4.3. Encuesta Agropecuaria

9.4.3.1. Metodología General

Para una completa caracterización de la Situación Actual Agropecuaria es necesario establecer una serie de atributos físicos, productivos, legales y económicos, asociados a los distintos tipos de agricultores existentes en el área de estudio. Para lograr este objetivo se ha implementado una encuesta simple de tipo cuantitativa que indaga en cada uno de estos ámbitos.

En el Anexo 9-10 se presenta el formulario de la encuesta simple, el cual tiene un diseño que permite recopilar información de amplio espectro.

Al aplicar la encuesta simple es posible determinar diferentes aspectos por sector de riego tales como: la superficie total regada, de secano y con potencial de riego futuro. Además, permitirá realizar un análisis de los estándares actuales de cultivos y existencia ganadera, nivel tecnológico, mano de obra entre otros ámbitos de relevancia para la caracterización de la situación agropecuaria actual.

9.4.3.2. Selección de la Muestra

La muestra utilizada para la ejecución de la encuesta simple, consideró criterios de selección diferenciados para cada una de las zonas de interés en el área de estudio. En la Zona 1, la muestra se ajustó a una cantidad de 102 predios indicados en los Términos de Referencia del presente estudio, los cuales, fueron previamente seleccionados por el Municipio de Ránquil entre sus usuarios de PRODESAL, definiéndose así también, la distribución de estratos prediales que da cuenta la muestra.

Por otra parte, para la realización de las 100 encuestas en la Zona 2 exigidas en los Términos de Referencia, se acordó con la CNR considerar en la muestra sólo predios utilizados por usuarios PRODESAL.

La selección de los entrevistados se realizó de forma aleatoria en el programa Excel, manteniendo una equivalencia de proporción entre estratos de tamaño predial.

En el Anexo 9-8 se presenta el listado de encuesta separados entre candidatos titulares y reservas.

9.4.3.3. Aplicación de la Encuesta

La campaña de terreno se llevó a cabo la semana del 01 de marzo de 2021, con un equipo conformado por tres encuestadores capacitados para dichos fines, realizando una capacitación de mediodía y una marcha blanca de un día, que tuvo como finalidad de evaluar la pertinencia y eficacia de la metodología de entrevista a realizar.

Además, se contó en todo momento con la colaboración de los equipos de PRODESAL de Ránquil, quienes entregaron orientaciones sobre la logística de la campaña, especialmente para acceder a las diferentes localidades y abordar algunos usuarios en particular, respaldo y apoyo que permitió una llegada expedita y un levantamiento de información satisfactorio.

En el Cuadro 9-23 se presenta la contabilización de las encuestas realizadas por estrato y zona de estudio, así como el porcentaje de representatividad en relación al universo total de usuarios PRODESAL con el que se contó a la fecha de la campaña.

Se puede observar a partir de la información presentada en el cuadro, que la gran mayoría de los entrevistados pertenece a los dos primeros estratos de tamaño predial, constituyendo un 83% del total de predios encuestados, claro indicador de un enfoque orientado hacia la pequeña agricultura.

Cuadro 9-23: Cantidad de encuestas realizadas y representatividad por estrato y sector en área de estudio

Sector	Estrato	Predios	
		Nº	Representatividad (%)
Zona 1	E1	35	25,2
	E2	48	49,5
	E3	8	50,0
	E4	9	40,9
	E5	1	20,0
	E6	1	50,0
	Total	102	36,3
Zona 2	E1	36	85,7
	E2	55	98,2
	E3	10	83,3
	E4	6	85,7
	Total	107	91,5

Fuente: Elaboración propia.

9.4.3.4. Resultados

Tenencia de la Tierra

El principal tipo de tenencia de la tierra en el área de estudio es la “Propiedad”, la que abarca un 92,3% de los predios encuestados. Otra forma de tenencia que destaca es el “Arriendo” con un 3,8%, situación que da cuenta de los casos en donde los propietarios originales han migrado a otras zonas y sin desprenderse de la propiedad genera acuerdos de uso de la tierra mediante contratos de arriendo. Situaciones con menor representación están dadas por tenencias referidas a “Sucesiones”, las que no siempre han regularizado toda la documentación asociada a esta figura legal. En el Cuadro 9-24, es posible observar la información sistematizada en relación con la tenencia de la tierra por estrato y sector de riesgo.

Cuadro 9-24: Tenencia de la tierra

Zona	Estrato	Propiedad		Sucesión		Comunidad		Arriendo		Mediería		Otras		Total	
		N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
1	E1	34	97,1	0	0,0	0	0,0	1	2,9	0	0,0	0	0,0	35,0	100,0
	E2	44	91,7	2	4,2	1	2,1	1	2,1	0	0,0	0	0,0	48,0	100,0
	E3	7	87,5	0	0,0	0	0,0	1	12,5	0	0,0	0	0,0	8,0	100,0
	E4	8	88,9	1	11,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	9,0	100,0
	E5	1	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1,0	100,0
	E6	1	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1,0	100,0
2	E1	31	86,1	0	0,0	1	2,8	3	8,3	0	0,0	1	2,8	36,0	100,0
	E2	51	92,7	0	0,0	0	0,0	2	3,6	0	0,0	2	3,6	55,0	100,0
	E3	10	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	10,0	100,0
	E4	6	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6,0	100,0

Fuente: Elaboración propia., a partir de Encuesta Simple.

El hecho que la gran mayoría de las propiedades encuestadas tenga como tipo de tenencia la propiedad, es un muy buen indicador respecto de la posibilidad potencial de dichos propietarios de postular en forma individual a proyectos de riego en el contexto de una situación con proyecto, al igual que a diversos mecanismos de apoyo, tanto estatales como privados, asociados al desarrollo productivo.

Respecto de lo mismo, es un buen indicador que el tipo de propiedad de sucesión, sea minoritario en cuanto a la tenencia, dado que en general complica el desarrollo futuro de proyectos a nivel predial.

Tipo de Superficie

Se ha definido como “Tipo de Superficie Agrícola” a los distintos usos que se pueden observar en cada predio. Estos se clasifican dependiendo de la fuente de abastecimiento de riego o la condición de seco; uso forestal o bosque nativo, patios, casas, bodegas, correspondiente a la superficie indirectamente productiva; y la existencia de terreno sin uso agrícola, principalmente superficie

potencialmente cultivable, que no se ha incorporado a la agricultura dada la escasez del recurso hídrico para riego.

En el Cuadro 9-25 se presenta la información recopilada de la encuesta en función del tipo de superficie agrícola por cada estrato de tamaño predial identificado, apreciándose la escasa superficie regada en el área de estudio, tanto con agua superficial, como con agua subterránea, superficie que solo llega al 14% del total encuestado (762,2 ha encuestadas totales). De igual forma se destaca de los resultados obtenidos, que mayoritariamente el riego se realiza mediante el uso de recursos subterráneos (13% de la superficie total).

Esta información corrobora fehacientemente los antecedentes consignados en etapas anteriores, respecto de la muy escasa oferta de recursos superficiales para riego en la zona, siendo el uso de punteras y de agua proveniente de vertientes subterráneas, las fuentes de recursos disponibles para regar.

De las categorías analizadas, son las praderas de secano las que alcanzan un porcentaje importante de superficie en el territorio, asociado principalmente a praderas naturales con un uso extensivo y temporal de pastoreo. No obstante, esta categoría se asocia muchas veces también a zonas con matorral nativo y sectores de colinas con acentuado nivel de erosión donde casi no crece pasto aprovechable o bien tiene una corta disponibilidad temporal en el año.

Gran parte de las veces, la categoría pradera de secano es una alternativa informada como tal producto de la tenencia de animales en los predios, los que eventualmente aprovechan esta superficie para un pastoreo ocasional en la temporada. De no existir animales en estos casos, esta superficie sería informada en gran medida como sin uso potencialmente regable o improductiva.

Se describe así la superficie “sin uso potencialmente regable”, la que llega a un 29% del total de superficie encuestada. Esta categoría resulta de gran interés para el estudio, dado que es en esta superficie donde es posible realizar proyecciones futuras asociadas a proyectos de riego comunitario, aparte de la superficie que actualmente se riega. Cabe destacar que, las superficies asociadas a esta categoría corresponden a aquellos suelos que no están siendo cultivados actualmente por diversas razones; la principal, la escasez hídrica, pero son potencialmente cultivables de existir disponibilidad de agua para riego.

Se observa en general, que en los predios de menor tamaño la superficie es aprovechada en un gran porcentaje con agricultura, pero en estratos de mayor tamaño, dada la escasez hídrica, la superficie sin poder cultivarse (sin uso potencialmente cultivable) es proporcionalmente mucho mayor, dado que los recursos subterráneos solo alcanzan para abastecer una agricultura de subsistencia en gran parte de los casos.

Como es lógico pensar, la actividad forestal y la presencia de bosque nativo, están asociadas a estratos de tamaño predial mayores, tal como lo expresan las cifras del cuadro.

Cuadro 9-25: Tipo de superficie agrícola (ha)

Zona	Estrato	Riego Agua Superficial		Riego Agua Subterránea		Cultivos o Praderas en Secano		Forestal		Bosque Nativo		Indirectamente Productiva		Sin uso Potencialmente Regable		Improductiva		Total	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
1	E1	0,4	1,7	8,2	34,6	6,6	27,9	0,7	3,1	0,0	0,0	3,7	15,6	3,8	16,1	0,3	1,1	23,7	100,0
	E2	3,0	2,3	25,5	19,8	40,8	31,7	0,7	0,5	0,1	0,1	5,0	3,9	51,1	39,8	2,3	1,8	128,5	100,0
	E3	0,0	0,0	6,0	10,5	16,5	28,9	2,9	5,1	1,0	1,8	1,0	1,8	25,6	44,9	4,0	7,0	57,0	100,0
	E4	0,0	0,0	20,5	15,7	29,0	22,2	6,4	4,9	1,0	0,8	1,1	0,8	65,6	50,3	6,9	5,3	130,5	100,0
	E5	0,0	0,0	4,5	14,1	6,0	18,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	3,1	20,5	64,1	0,0	0,0	32,0	100,0
	E6	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	32,3	47,0	66,1	0,0	0,0	1,1	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	71,1	100,0
2	E1	0,3	1,0	9,2	36,9	7,5	30,3	0,3	1,2	0,3	1,0	4,7	19,0	2,7	10,6	0,0	0,0	24,9	100,0
	E2	5,9	4,0	23,8	16,4	57,6	39,5	9,3	6,4	2,7	1,9	17,8	12,2	22,4	15,3	6,2	4,3	145,7	100,0
	E3	0,5	0,7	6,5	9,2	33,8	47,6	7,0	9,8	8,3	11,6	4,6	6,5	9,4	13,2	1,0	1,4	71,0	100,0
	E4	0,0	0,0	2,3	2,9	27,0	34,7	17,0	21,8	6,5	8,3	2,4	3,1	19,3	24,7	3,5	4,5	77,9	100,0

Fuente: Elaboración propia, a partir de Encuesta Simple.

Superficie Cultivada

El Cuadro 9-26 presenta en detalle los resultados de la superficie cultivada por especies o grupos de especies, de secano o de riego, por cada uno de los estratos de tamaño predial identificados y por cada sector del área de estudio.

De los resultados obtenidos, se observa un mayor porcentaje de superficie de riego en estratos menores, particularmente en los estratos E1 y E2 en los cuales se cubre en conjunto un 63% de la superficie de cultivo con riego en toda el área de estudio. Esta situación es entendida en un contexto en que el suministro hídrico promedio logra cubrir gran parte de las pequeñas superficies asociadas a estos estratos, no así en estratos mayores, donde porcentualmente la importancia del secano es mayor.

Al analizar la situación de cultivos de riego por sector, no se aprecian demasiadas diferencias, prevaleciendo levemente mayores superficies de riego en la Zona 1 que en la Zona 2. (distribuidos respectivamente en un 60 y 40% la superficie total regada). Los cultivos de riego predominantes en ambos sectores corresponden a Chacra y Hortalizas, en tanto los frutales con mayor representación en términos de superficie corresponden a Huertos Frutales, seguidos de nogal y olivo en Zona 1 y Paltos en Zona 2.

Se destaca que la presencia de superficie regada es bastante similar entre los dos sectores de riego considerando el estrato 1 y 2 de tamaño, no obstante, en cuanto a los demás estratos la superficie regada es superior en el sector 1.

En estratos de superior tamaño se observa un aumento en la superficie de cultivos de secano y de uso forestal, constituyendo los más importantes cultivos de secano, la vid vinífera.

Respecto a la situación de cultivos en secano, se visualiza una mayor predominancia en la Zona 2, asociado a sectores de mayor altitud con una geomorfología de lomaje suave, caracterizada por la presencia de vides, con variedades (País, Cargadora, Tintorera, Moscatel Italia, etc.) de muy buena adaptabilidad a las condiciones climáticas y agrológicas del secano, lo que permite dar uso a una gran cantidad de superficie con suelos con baja capacidad de uso en sectores de lomaje en el Área de Estudio. De igual forma destacan en la Zona 2 para cultivos de secano sectores de praderas naturales, así como también mayores porcentajes de superficies de uso forestal, en ambos casos, con mayor representatividad en predios de estratos mayores.

Finalmente, como un resumen de la superficie de cultivo encuestada a nivel del área de estudio total, se presenta en el Cuadro 9-27, la sumatoria de las superficies encuestadas por cada cultivo, siendo esta una referencial respecto de las proporciones reales, las que en la práctica se estimarán en el acápite de Uso de Suelo en Situación Actual.

Cuadro 9-26: Superficie cultivada

Zona	Tipo	Rubro	Cultivos	E1		E2		E3		E4		E5		E6	
				ha	%	ha	%								
1	Riego	Cultivos Anuales	Chacra	2,1	24,1	6,3	22,1	0,8	12,5	1,0	4,9	0,0	0,0	0,0	-
			Hortalizas	1,4	16,3	3,3	11,6	0,3	4,2	7,5	36,6	2,5	55,6	0,0	-
			Maíz	0,1	1,2	1,1	3,7	0,5	8,3	1,0	4,9	1,0	22,2	0,0	-
			Papa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
			Poroto	0,1	1,2	0,5	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
		Frutales	Cerezo	0,9	9,9	2,0	6,8	1,0	16,7	2,0	9,8	0,0	0,0	0,0	-
			Huerto Frutal	2,3	26,8	4,4	15,4	0,5	8,3	3,5	17,1	0,0	0,0	0,0	-
			Limonero	0,0	0,0	0,1	0,4	0,5	8,3	0,0	0,0	0,5	11,1	0,0	-
			Nogal	0,1	1,2	2,4	8,4	1,5	25,0	4,5	22,0	0,0	0,0	0,0	-
			Olivo	0,8	9,8	5,1	17,7	0,5	8,3	1,0	4,9	0,0	0,0	0,0	-
			Otros Frutales	0,3	2,9	1,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
		Total Riego			8,6	100,0	28,5	100,0	6,0	100,0	20,5	100,0	4,5	100,0	0,0
	Secano	Cultivos		0,5	7,6	0,7	1,7	0,0	0,0	6,0	20,7	0,0	0,0	0,0	0,0
		Praderas		0,0	0,0	2,3	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	100,0
		Vides y Huerto Frutal		6,1	92,4	37,8	92,8	16,5	100,0	23,0	79,3	6,0	100,0	0,0	0,0
Total Secano			6,6	100,0	40,8	100,0	16,5	100,0	29,0	100,0	6,0	100,0	23,0	100,0	
Forestal			0,7	-	0,7	-	2,9	-	6,4	-	0,0	-	47,0	-	
Total Cultivos			15,9	-	70,0	-	25,4	-	55,9	-	10,5	-	70,0	-	
2	Riego	Cultivos Anuales	Chacra	2,3	24,6	9,9	33,5	2,0	28,6	1,3	55,6	0,0	-	0,0	-
			Hortalizas	0,8	8,6	1,7	5,8	0,6	8,6	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-
			Maíz	0,2	2,1	0,1	0,4	0,5	7,1	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-
			Papa	0,2	2,2	0,5	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-
			Poroto	0,2	2,2	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-
		Frutales	Cerezo	0,3	3,1	2,8	9,4	0,3	3,6	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-
			Huerto Frutal	2,6	27,8	4,8	16,0	1,1	15,7	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-
			Limonero	0,7	7,3	1,7	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-
			Nogal	0,3	2,6	0,8	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-
			Olivo	0,7	6,9	1,8	6,1	0,6	7,9	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-
			Otros Frutales	0,5	5,2	1,0	3,2	0,3	3,6	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-
		Total Riego			9,5	100,0	29,7	100,0	7,0	100,0	2,3	100,0	0,0	-	0,0
	Secano	Cultivos		0,5	6,6	2,1	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-
		Praderas		0,6	8,0	7,7	13,3	8,3	24,4	7,7	28,5	0,0	-	0,0	-
		Vides y Huerto Frutal		6,4	85,4	47,8	83,1	25,5	75,6	19,3	71,5	0,0	-	0,0	-
Total Secano			7,5	100,0	57,6	100,0	33,8	100,0	27,0	100,0	0,0	-	0,0	-	
Forestal			0,3	-	9,3	-	7,0	-	17,0	-	0,0	-	0,0	-	
Total Cultivos			17,3	-	96,6	-	47,7	-	46,3	-	0,0	-	0,0	-	

Fuente: Elaboración propia, a partir de Encuesta Simple.

A partir de la información presentada en dicho cuadro, es posible observar una mayor tendencia al cultivo de nogales, olivos y cerezos en el sector uno, el que se caracteriza por tener una geografía de mayor planicie sobre todo en sectores aledaños al río Itata; mientras que el sector 2 se encuentra una mayor superficie asociada al cultivo de paltos, lo que se debe a la mayor presencia de laderas y lomajes, propicios para cultivar este frutal logrando evadir los eventos de heladas invernales, tal como se describe en detalle en el acápite de adaptabilidad agroclimática y agrológica del presente estudio.

Se visualiza a su vez, una mayor superficie cultivada de chacras hortalizas y maíz en el sector 1, lo que vincula a este último con un mayor desarrollo de agricultura de subsistencia y autoconsumo, sobre todo en los estratos 1 y 2.

Se confirma a su vez según esta información, la similitud de superficie asociada al cultivo de vid vinífera en condición de secano, alternativa agrícola de gran desarrollo y características de adaptabilidad climática y agrológica en ambos sectores.

Cuadro 9-27: Superficie cultivada área de estudio

Tipo	Rubro	Cultivos	Zona 1		Zona 2		Total	
			ha	%	ha	%	ha	%
Riego	Cultivos Anuales	Chacra	10,1	14,9	15,5	32,0	25,6	22,0
		Hortalizas	15,0	22,0	3,1	6,5	18,1	15,5
		Maíz	3,7	5,4	0,8	1,7	4,5	3,8
		Papa	0,5	0,7	0,7	1,5	1,2	1,0
		Poroto	0,6	0,8	0,3	0,7	0,9	0,8
	Frutales	Cerezo	5,8	8,5	3,3	6,9	9,1	7,8
		Huerto Frutal	10,7	15,7	8,5	17,5	19,2	16,5
		Limonero	1,1	1,6	2,4	5,0	3,5	3,0
		Nogal	8,5	12,5	1,0	2,1	9,5	8,2
		Olivo	7,4	10,9	3,0	6,2	10,4	8,9
		Otros Frutales	1,2	1,8	1,7	3,5	2,9	2,5
		Palto	3,6	5,3	8,0	16,5	11,6	10,0
	Total Riego		68,1	100,0	48,4	100,0	116,46	100,0
Secano	Cultivos	7,2	5,9	2,6	2,1	9,8	4,0	
	Praderas	25,3	20,7	24,2	19,2	49,5	20,0	
	Vides y Otros Frutales	89,4	73,4	99,1	78,7	188,5	76,1	
	Total Secano	121,9	100,0	125,9	100,0	247,8	100,0	
Forestal		57,7	-	33,6	-	91,3	-	
Total Cultivos		247,7	-	207,8	-	455,53	-	

Fuente: Elaboración propia, a partir de Encuesta Simple.

Métodos de Riego

Los métodos de riego utilizados, en general mantienen una mayor representatividad en estratos menores, sin una diferencia importante en ambos sectores en estudio. El método de riego con el que se alcanza una mayor superficie de cultivo corresponde al riego por Goteo, con un 38,3%, seguido del riego por surco con un 37% de toda el área regada en estudio. Al analizar esta situación por sector, el panorama se mantiene similar con la predominancia de estos dos métodos de riego, siendo el riego por surco el que mantiene una mayor representatividad en la Zona 1 (41%) y el riego por goteo en la Zona 2 (con un 47,1%).

Debe destacarse que el creciente uso de tecnología de riego guarda como principal razón la falta de recurso hídrico para la agricultura, debiendo aprovecharse al máximo los escasos recursos disponibles.

Se destaca que, dado que tradicionalmente la zona en estudio no posee una cultura de riego arraigada, como en el valle central del país, es común que las iniciativas de aprovechamiento de los recursos hídricos existentes se presenten a través de una escasa presencia de iniciativas de tecnificación en el riego, los que se desarrollan comúnmente a una pequeña escala de producción. Es en este contexto, el desarrollo de la agricultura de riego en el área de estudio se asocia fundamentalmente a la producción hortícola, dada su estrecha relación con el autoconsumo y subsistencia, y secundariamente con la venta local.

Los cultivos de mayor superficie como lo son las praderas y las vides son esencialmente de secano, limitándose el riego principalmente a producciones en superficies menores.

En el Cuadro 9-28 se presenta un desglose de la superficie regada en el total encuestado en el área de estudio por cada uno de los estratos de tamaño predial y por cada sector, mientras que en el Cuadro 9-29 se presenta información que asocia los diversos métodos de riego con los principales cultivos desarrollados en el área de estudio.

Se observa, a partir de esta información, que los métodos tradicionales, como el riego por tendido, abarcan una superficie mínima, dada la escasa posibilidad de emplear los volúmenes de agua tradicionalmente usados para implementar este método, impracticable con la escasa extracción de recursos hídricos subterráneos.

Cuadro 9-28: Superficie por métodos de riego

Zona	Estrato	Tendido		Manguera		Surcos		Tazas		Microaspersión		Cintas		Goteo		Total	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1	E1	0,5	5,8	0,0	0,0	3,6	41,3	2,0	23,2	0,0	0,0	0,8	9,3	1,8	20,4	8,6	100,0
	E2	4,1	14,5	0,0	0,0	9,8	34,4	2,7	9,5	0,0	0,0	0,1	0,2	11,8	41,4	28,5	100,0
	E3	1,0	16,7	0,0	0,0	2,0	33,3	0,0	0,0	1,5	25,0	0,0	0,0	1,5	25,0	6,0	100,0
	E4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	26,8	2,0	9,8	0,0	0,0	5,0	24,4	8,0	39,0	20,5	100,0
	E5	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	77,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	22,2	4,5	100,0
	E6	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0
2	E1	1,7	18,0	0,7	6,9	2,5	26,2	0,5	5,3	1,1	11,9	0,0	0,0	3,0	31,7	9,5	100,0
	E2	2,7	9,0	0,8	2,5	7,1	23,9	1,0	3,4	0,8	2,5	0,5	1,7	16,9	56,9	29,7	100,0
	E3	0,4	5,7	0,0	0,0	4,1	58,6	0,3	3,6	0,4	5,0	0,0	0,0	1,9	27,1	7,0	100,0
	E4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	55,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	44,4	2,3	100,0

Fuente: Elaboración propia, a partir de Encuesta Simple.

Cuadro 9-29: Superficie por cultivo y métodos de riego

Rubro	Cultivos	Tendido	Manguera	Surcos	Tazas	Microaspersión	Cintas	Goteo	Total
Cultivos Anuales	Chacra	2,7	0,5	19,6	0,0	1,3	0,2	1,4	25,6
	Hortalizas	0,2	0,5	9,7	0,0	0,0	6,0	1,7	18,1
	Maíz	0,2	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
	Papa	0,2	0,0	0,5	0,0	0,6	0,0	0,0	1,2
	Poroto	0,2	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,9
Frutales	Cerezo	0,1	0,0	0,7	0,6	0,0	0,0	7,8	9,1
	Huerto Frutal	1,9	0,3	1,6	5,8	0,4	0,0	9,3	19,2
	Limonero	1,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	3,5
	Nogal	1,5	0,0	1,0	0,2	1,5	0,0	5,3	9,5
	Olivo	1,7	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	7,4	10,4
	Otros Frutales	0,3	0,0	0,5	0,2	0,0	0,3	1,7	2,9
	Palto	0,7	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0	10,0	11,6
Total Riego		10,4	1,4	39,3	8,4	3,7	6,4	46,9	116,5

Fuente: Elaboración propia, a partir de Encuesta Simple.

Cabe destacar que, dentro de la información levantada en terreno, existen predios que informaron riego con manguera, no obstante, se debe señalar que corresponde en realidad a un riego por tendido o por tazas, ya que la manguera solamente es el conducto por el cual se conduce el agua desde las punteras o Pozos hasta el sector donde se esparce libremente.

La microaspersión es un método costoso en cuanto al equipamiento que demanda su implementación, por lo que usualmente se asocia a plantaciones frutícolas comerciales, que no es el caso de esta área de estudio. No obstante, no puede descartarse en una Situación Futura donde las condiciones de desarrollo agrícola ameriten su incorporación.

Se debe destacar finalmente la generalizada adopción del riego por goteo en el desarrollo frutícola actual del área de estudio, donde mantiene gran presencia en el cultivo de cerezos, huertos frutales, nogales, olivos y paltos, que constituyen alternativas de gran atractivo comercial y con adaptabilidad climática y agrológica a la zona según se describe en detalle en los acápite asociados a estos tópicos.

Conocimiento de Métodos de Riego

En cuanto al conocimiento sobre distintos métodos de riego, se evidencia que el riego por goteo, surco, taza y cinta son los más conocidos a nivel general en todos los estratos, siendo a su vez los más utilizados en la zona de estudio (Cuadro 9-30). Los métodos de riego menos conocidos a nivel general son el riego Californiano, Tendido, Pivote y el Microjet.

Lo anterior guarda relación con que el área de estudio, pese a presentar diversos emprendimientos agrícolas asociados al riesgo, está inserta en una zona tradicionalmente de secano,

donde por décadas la agricultura se ha basado en cultivos regados por las precipitaciones invernales y de primavera, sin tener mayor desarrollo y conocimiento de la implementación del riego.

Por zona de estudio, si bien existen diferencias notorias en cuanto al conocimiento de los distintos métodos de riego consultados, se destaca de forma particular para el riego por tendido, un mayor conocimiento en la Zona 1, esto posiblemente dado que en la Zona 2 la geomorfología de lomaje y la reducida disponibilidad del recurso superficial, hace que no sea habitual este tipo de riego, en donde a su vez, aumenta el conocimiento del riego por aspersión, en relación a la Zona 1.

Al analizar la situación por estrato no se evidencia diferencia marcadas respecto al conocimiento de métodos de riego en particular.

Cuadro 9-30: Conocimiento de métodos de riego

Zona	Estrato	Total Usuarios Estrato	Frecuencia de conocimiento del método de riego (% por sobre el total de usuarios del estrato)										
			Tendido	Inundación con pretilos	Taza	Surco	Californiano	Pivote	Aspersión	Microaspersión	Microjet	Cinta	Goteo
1	E1	35	80,0	5,7	80,0	100,0	2,9	8,6	57,1	17,1	5,7	82,9	94,3
	E2	48	81,3	0,0	77,1	97,9	0,0	6,3	64,6	31,3	4,2	91,7	97,9
	E3	8	87,5	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	75,0	37,5	12,5	87,5	100,0
	E4	9	100,0	0,0	77,8	100,0	0,0	11,1	44,4	22,2	0,0	88,9	100,0
	E5	1	100,0	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	100,0
	E6	1	100,0	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	100,0
2	E1	36	11,1	5,6	100,0	94,4	0,0	0,0	77,8	13,9	2,8	86,1	100,0
	E2	55	27,3	1,8	96,4	98,2	1,8	0,0	92,7	21,8	5,5	85,5	98,2
	E3	10	30,0	0,0	90,0	90,0	0,0	0,0	90,0	0,0	0,0	100,0	100,0
	E4	6	33,3	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	83,3	16,7	0,0	66,7	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Vitivinicultura

El cultivo de vid vinífera en el área de estudio se desarrolla completamente en una condición de secano, como se aprecia en el Cuadro 9-31.

Cuadro 9-31: Distribución superficie vid vinífera

Zona	Estrato	Riego		Secano		Total	
		ha	%	ha	%	ha	%
1	E1	0,0	0,0	6,1	100,0	6,1	100,0
	E2	0,0	0,0	35,8	100,0	35,8	100,0
	E3	0,0	0,0	16,5	100,0	16,5	100,0
	E4	0,0	0,0	23,0	100,0	23,0	100,0
	E5	0,0	0,0	6,0	100,0	6,0	100,0
	E6	0,0	0,0	6,1	100,0	6,1	100,0
2	E1	0,0	0,0	46,5	100,0	46,5	100,0
	E2	0,0	0,0	21,0	100,0	21,0	100,0
	E3	0,0	0,0	19,3	100,0	19,3	100,0
	E4	0,0	0,0	180,3	100,0	180,3	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Las principales cepas que se cultivan corresponden a Italia, País y Moscatel de Alejandría como se aprecia en el Cuadro 9-32, prevaleciendo una mayor superficie de cepa País en la Zona 1 (43,5%) y cepa Italia en la Zona 2 (59,2%) sin que se evidencien diferencias notorias entre ambas zonas de estudio.

Cuadro 9-32: Distribución de cepas de vid vinífera en secano

Variedad	Zona 1		Zona 2		Total	
	ha	%	ha	%	ha	%
País	38,0	43,5	5,6	6,0	43,6	24,2
Cargadora	4,0	4,6	8,4	9,1	12,4	6,9
Moscatel de Alejandría	19,8	22,6	17,8	19,2	37,6	20,9
Italia	9,8	11,2	59,2	63,8	69,0	38,3
Cinsault	4,7	5,4	1,8	1,9	6,5	3,6
Cariñán	2,8	3,2	0,0	0,0	2,8	1,5
Cabernet Sauvignon	6,3	7,2	0,0	0,0	6,3	3,5
Corinta	2,1	2,3	0,00	0,0	2,1	1,1
Total	87,4	100,0	92,9	100,0	180,3	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Llama la atención que a pesar de la escasa superficie asociada a los estratos 1 y 2, es una importante superficie vitivinícola aquella vinculada a estos estratos. Lo anterior, guarda estrecha relación con la producción y elaboración de vinos en forma artesanal en cada predio, dado que el precio pagado

por los compradores locales de uva vinífera es muy bajo, motivo por el cual la producción se rentabiliza de mejor manera a través de la producción y comercialización de vinos propios.

A partir de cepas como la Italia se destaca la existencia de emprendimientos asociados a la producción de espumantes de alta calidad, productores visitados por el consultor en la Zona 2 del área de estudio. Estos emprendimientos en general van asociando progresivamente importante inversión en infraestructura, gestión productiva y de comercialización por parte de los productores, logrando importantes reconocimientos en calidad, evolucionando positivamente en el mercado dando una mayor rentabilidad a un rubro tradicional por décadas en la zona.

Fuentes de Agua y Satisfacción de Necesidades de riego

Las fuentes de agua predominantes en el área de estudio corresponden a fuentes subsuperficiales, tales como vertientes y pozos someros con extracción mediante punteras⁵, así como también fuentes subterráneas mediante el uso de pozos y norias. (Ver Cuadro 9-33).

Los resultados por estrato predial dan cuenta, en términos generales, que existe una tendencia en los estratos más bajos por presentar una mayor diversificación de fuentes de abastecimiento mientras que los estratos más altos tienden a centralizar en uno o dos tipos de fuentes.

Cuadro 9-33: Fuentes de abastecimiento de agua para riego

Sector	Estrato	Distribución Fuentes de Abastecimiento (%)									Total
		Superficial	Subsuperficial (Vertiente)	Subterránea	Tratada (Potable)	Superficial y Subterránea	Superficial y Subsuperficial	Subterránea y Subsuperficial	Subterránea y Potable	Sin Fuente	
Sector 1	E1	14,3	37,1	25,7	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6	100,0
	E2	8,3	29,2	25,0	6,3	2,1	0,0	2,1	0,0	27,1	100,0
	E3	12,5	25,0	50,0	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	100,0
	E4	0,0	33,3	33,3	11,1	0,0	0,0	11,1	0,0	11,1	100,0
	E5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0
	E6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0
Sector 2	E1	2,8	52,8	8,3	5,6	0,0	0,0	0,0	2,8	27,8	100,0
	E2	0,0	56,4	16,4	1,8	0,0	1,8	3,6	0,0	20,0	100,0
	E3	0,0	50,0	20,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	10,0	100,0
	E4	0,0	66,7	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	16,7	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Lo anterior puede guardar relación con el hecho que los predios pequeños tienen menos alternativas de lugares de extracción de recursos subterráneos, debiendo recurrir a más alternativas de suministro mientras que los de tamaño mayor, tienen mayores alternativas de elección de puntos donde

⁵ El término puntera, se asocia dentro del área de estudio como un sistema de extracción de agua mediante bombeo, tanto en aguas superficiales como en aguas subterráneas.

existan suministros subterráneos seguros, o bien mayor probabilidad de acceder a la existencia de vertientes aprovechables.

Además del tipo de fuente, existen extracciones de agua regularizadas y no regularizadas en cuanto a los derechos de agua necesarios para aprovechar el recurso hídrico y determinar la propiedad sobre este. Al respecto, se evidencia de los resultados que, predominan de manera notoria las extracciones provenientes de fuentes sin regularizar en ambas zonas de estudio y para la gran mayoría de las estratificaciones prediales analizadas (Cuadro 9-34).

Cuadro 9-34: Condición de regularización para disponibilidad de fuentes de agua

Zona	Estrato	Con Fuente				Sin Fuente		Total	
		Regularizada		Sin Regularizar		N°	%	N°	%
		N°	%	N°	%				
1	E1	9	25,7	18	51,4	8	22,9	35	100,0
	E2	12	25,0	20	41,7	16	33,3	48	100,0
	E3	2	25,0	6	75,0	0	0,0	8	100,0
	E4	0	0,0	7	77,8	2	22,2	9	100,0
	E5	0	0,0	1	100,0	0	0,0	1	100,0
	E6	1	100,0	0	0,0	0	0,0	1	100,0
2	E1	2	5,6	22	61,1	12	33,3	36	100,0
	E2	10	18,2	33	60,0	12	21,8	55	100,0
	E3	6	60,0	3	30,0	1	10,0	10	100,0
	E4	1	16,7	4	66,7	1	16,7	6	100,0

Fuente: Elaboración propia, a partir de Encuesta Simple

A nivel general, se puede observar que existe un bajo grado de regularización, manteniéndose en las fuentes de mayor recurrencia (subsuperficiales y subterráneas) un porcentaje de regularización en torno a un 26% de sus totales para toda el área de estudio, siendo variable esta representatividad al analizar la situación por estratos prediales (Ver Cuadro 9-35).

Cuadro 9-35: Porcentaje de regularización de derechos y fuentes de aprovechamiento de agua

Zona	Estrato	Grado de Regularización Fuentes (%)							
		Superficial	Subsuperficial (Vertiente)	Subterránea	Tratada (Potable)	Superficial y Subterránea	Superficial y Subsuperficial	Subterránea y Subsuperficial	Subterránea y Potable
1	E1	60,0	15,4	44,4	0,0	-	-	-	-
	E2	0,0	50,0	33,3	0,0	100,0	-	0,0	-
	E3	0,0	50,0	25,0	-	-	-	0,0	-
	E4	-	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	-
	E5	-	-	-	-	-	-	0,0	-
	E6	-	-	-	-	-	-	100,0	-
2	E1	0,0	10,5	0,0	0,0	-	-	-	0,0
	E2	-	25,8	0,0	0,0	-	0,0	100,0	-
	E3	-	60,0	100,0	-	-	-	50,0	-
	E4	-	25,0	-	-	-	-	0,0	-

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Los resultados de la encuesta simple dan cuenta que, en general, se tiene una disponibilidad de agua durante todo el año en gran parte de los estratos analizados, sobre un 50% de los casos para cada estrato (Ve Cuadro 9-36).

La percepción del consultor en terreno durante la época estival se asocia a una disponibilidad relativamente abundante de recursos según los sectores dentro de cada una de las zonas. Es así como en general se visualiza la existencia de punteras y pozos con caudales que podían abastecer agricultura de autoconsumo. Hacia el interior de la Zona 2 fue posible visualizar varios predios con acceso a vertientes con un suministro propicio para abastecer los emprendimientos actualmente desarrollados. Está apreciación de relativa mayor abundancia de recursos, la percibe el consultor respecto de zonas aledañas al área de estudio, por ejemplo, las comunas de Treguaco y Coelemu.

Cuadro 9-36: Disponibilidad de agua para riego permanente durante el año

Zona	Estrato	SI		NO		Total	
		N°	%	N°	%	N°	%
1	E1	19	59,4	13	40,6	32	100,0
	E2	23	65,7	12	34,3	35	100,0
	E3	4	50,0	4	50,0	8	100,0
	E4	4	50,0	4	50,0	8	100,0
	E5	1	100,0	0	0,0	1	100,0
	E6	1	100,0	0	0,0	1	100,0
2	E1	19	73,1	7	26,9	26	100,0
	E2	37	84,1	7	15,9	44	100,0
	E3	6	66,7	3	33,3	9	100,0
	E4	1	20,0	4	80,0	5	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Por otra parte, los resultados de disponibilidad contrastan con la situación de extracción constante durante el año. Los encuestados dan cuenta en un 88% de los casos, en toda el área de estudio, no realizar una extracción permanente durante el año, limitándose sólo a algunos meses de producción (Ver Cuadro 9-37). Esta situación responde a que, si bien existe en muchos casos una disponibilidad permanente del recurso, este es utilizado recurrentemente para riego y consumo, privilegiando este último cuando el recurso es escaso.

Cuadro 9-37: Extracción de agua para riego durante todo el año

Zona	Estrato	SI		NO		Total	
		N°	%	N°	%	N°	%
1	E1	2	6,3	30	93,8	32	100,0
	E2	0	0,0	35	100,0	35	100,0
	E3	0	0,0	8	100,0	8	100,0
	E4	0	0,0	8	100,0	8	100,0
	E5	0	0,0	1	100,0	1	100,0
	E6	0	0,0	1	100,0	1	100,0
2	E1	5	19,2	21	80,8	26	100,0
	E2	12	27,3	32	72,7	44	100,0
	E3	1	11,1	8	88,9	9	100,0
	E4	0	0,0	5	100,0	5	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Como se puede apreciar en el Cuadro 9-38, el nivel de satisfacción de las necesidades de riego resulta positiva en una baja porción de los encuestados. Alrededor de un 66% de los entrevistados dan cuenta que no satisfacen la necesidad de riego para cubrir las posibilidades de cultivo con la disponibilidad de agua existente, situación que prevalece en la Zona 1 y que se encuentra equiparada en la Zona 2, donde se hace más extensivo la presencia de cultivos en secano.

Cuadro 9-38: Satisfacción de las necesidades de riego con la disponibilidad de agua actual

Zona	Estrato	SI		NO		Total	
		N°	%	N°	%	N°	%
1	E1	8	25,0	24	75,0	32	100,0
	E2	6	17,1	29	82,9	35	100,0
	E3	2	25,0	6	75,0	8	100,0
	E4	0	0,0	8	100,0	8	100,0
	E5	0	0,0	1	100,0	1	100,0
	E6	0	0,0	1	100,0	1	100,0
2	E1	16	61,5	10	38,5	26	100,0
	E2	23	52,3	21	47,7	44	100,0
	E3	2	22,2	7	77,8	9	100,0
	E4	1	20,0	4	80,0	5	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Mercados, comercialización y precios

A partir de los resultados obtenidos, es posible indicar que la producción obtenida de la actividad agrícola en el área de estudio se dirige en gran medida hacia el autoconsumo y subsistencia y, en segundo lugar, a su comercialización.

Como se aprecia en el Cuadro 9-39, en ambas zonas en estudio y de forma transversal en la mayoría de los estratos prediales, el porcentaje de autoconsumo resulta ser mayor al de comercialización, sólo en el rubro referido a la producción de Vides está dirigida en una proporción importante hacia la comercialización (89%).

Cuadro 9-39: Relación de venta y autoconsumo de la producción

Estrato	% Producción según destino																	
	Cultivo Anual			Forestal			Frutales			Ganadería			Vides			Praderas		
	V	A	P	V	A	P	V	A	P	V	A	P	V	A	P	V	A	P
E1	43,1	56,9	0,0	26,7	73,3	0,0	30,5	68,7	0,8	43,3	56,1	0,6	88,1	11,9	0,0	60,0	40,0	0,0
E2	25,3	74,2	0,4	0,0	100,0	0,0	31,3	68,3	0,4	26,1	73,2	0,6	90,7	9,2	0,1	0,0	100,0	0,0
E3	23,1	75,6	1,3	10,0	90,0	0,0	23,2	76,8	0,0	8,3	91,7	0,0	86,9	12,3	0,8	0,0	100,0	0,0
E4	72,2	27,8	0,0	0,0	100,0	0,0	30,0	70,0	0,0	26,0	74,0	0,0	86,3	13,4	0,4	0,0	100,0	0,0
E5	100,0	0,0	0,0	-	-	-	0,0	100,0	0,0	50,0	50,0	0,0	-	-	-	-	-	-
E6	-	-	-	0,0	100,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	100,0	0,0

Nota: V=Venta; A=Autoconsumo; P=Pérdida.

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Cabe destacar que, los centros de comercialización son de preferencia locales, donde la venta en predio es el principal lugar de transacción, con un 67% de los casos, seguido de ferias libres con un 12% del total de los casos de comercialización, siendo común estos últimos en la misma comuna de Ránquil, Coelemu, Tomé y Concepción.

La comercialización de cultivos anuales está dada principalmente por hortalizas, con representación de productos como lechuga, tomate, zapallo de guarda, cebolla y otros, los que generalmente se comercializan en ferias libres. Otro importante grupo lo constituyen los cultivos de "Chacras", compuesto esencialmente por papa, poroto (fresco o grano) y maíz (choclo o grano).

Los frutales son otro rubro importante, destacándose la comercialización de productos como paltas, aceitunas, nueces y otros, los que son comercializados en predios y ferias libres y, en algunos casos puntuales dirigidos hacia la agroindustria.

Particularmente la producción vinera toma importancia en el mercado local, dirigiéndose sobre el 85% de la producción hacia la comercialización. El objetivo principal de la producción es la venta de uva a granel a compradores de la industria del vino en la zona, como viñas o cooperativas vitivinícolas locales. Cabe destacar que es común en la zona de estudio, y en general en el secano interior, que muchos agricultores por tradición y herencia, mantienen sus viñas, dando uso a suelos que actualmente no son

regables, obteniendo un bajo precio de comercialización lo que, en algunos casos, sólo alcanza a cubrir los costos de producción. Es por esta razón que algunos productores han optado por convertir la viticultura en vitivinicultura asociando infraestructura de procesamiento.

La producción animal por su parte, está planteada en la zona como una ganadería extensiva en pequeños planteles, orientados mayoritariamente al autoconsumo. Del ganado mayor, es la producción bovina la que mantiene una porción de mayor relevancia para su comercialización, la que tiene efecto tanto en predio como en ferias, destacándose las ferias de Bulnes de acuerdo a lo indicado por los entrevistados. No obstante, el área de estudio está lejos de ser considerada una zona ganadera.

Ganado

En general, la Zona 1 presenta una mayor actividad ganadera en el área de estudio. Por su parte, la predominancia de ganado en toda el área de estudio, se asocia a bovinos y, en menor medida, a ganado equino.

En el Cuadro 9-40, se presenta un índice de actividad ganadera asociado a N° Cabezas/predios encuestados.

Cuadro 9-40: Índice de actividad ganadera

Zona	Ganado	N° Cabezas/Predios Encuestados					
		E1	E2	E3	E4	E5	E6
1	Bovinos	1,1	1,6	0,5	9,3	30,0	-
	Ovinos	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	-
	Equinos	0,9	1,5	1,3	0,9	9,0	-
	Caprinos	0,1	0,0	0,0	3,0	0,0	-
	Mulares	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	Cerdos	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	-
2	Bovinos	0,3	0,7	1,7	0,5	-	-
	Ovinos	0,3	0,0	0,0	0,0	-	-
	Equinos	0,8	0,3	3,3	0,5	-	-
	Caprinos	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-
	Mulares	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-
	Cerdos	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Tal como se visualiza en el cuadro presentado, el número de cabezas de ganado de las diversas especies está muy lejos de poder asociarse a un contexto de amplia comercialización, sino más bien reflejan un escenario productivo de eventual comercialización y autoconsumo preferente.

El principal destino de la producción de ganado bovino es la venta de novillos en pie para carne en ferias ganaderas de la zona, por lo que es necesario destacar que, según la información levantada, en promedio cada animal pesa aproximadamente 700 kg a la venta con un precio promedio de \$350.000. Por su parte, la producción equina en la zona se comercializa principalmente en ferias, rondando el precio de venta por cabeza en torno a los \$330.000 promedio.

Los predios que tienen ganado por lo general no compran animales para engordar, solo se basan en ir renovándolos animales vendidos con los nacimientos anuales. Cabe recordar que son escasas las fuentes de abastecimiento hídrico en la zona para mantener praderas artificiales de alimentación, y las praderas naturales de secano logran abastecer parcialmente y durante un corto tiempo la demanda por pasto, por lo que generalmente los planteles son reducidos y se ajustan a las superficies disponibles de pradera.

Se debe mencionar que un porcentaje importante de los predios informó producción a pequeña escala de huevos de ave, principalmente para autoconsumo y secundariamente para venta local a domicilio.

Mano de Obra

En relación con la mano de obra en los predios encuestados, se identificó el porcentaje de hombres y de mujeres trabajadores por estrato, junto con determinar si estos están relacionados familiarmente o si son trabajadores externos al núcleo familiar. Además, se separó la muestra por forma de trabajo, determinando si esta es permanente o eventual.

Con respecto a la mano de obra permanente, se pudo observar que, para ambas zonas en estudio, la mayoría de los trabajadores, tanto hombres como mujeres, se encuentran relacionados familiarmente con los predios encuestados. La participación de mano de obra externa se relaciona principalmente en cultivo de frutales y vides, las que en este caso se concentra mayoritariamente en el estrato 2 en ambas zonas con una participación esencialmente masculina (ver Cuadro 9-41).

Esto guarda estrecha relación con el contexto productivo de agricultura familiar campesina muy arraigado en la zona, donde el agricultor desarrolla la mayor cantidad de labores asociadas a su agricultura con apoyo de su grupo familiar y eventualmente de externos, que pueden ser vecinos que ayudan en un contexto de agricultura comunitaria, o bien trabajadores externos remunerados de temporada.

En general, el porcentaje de trabajadoras mujeres es notablemente más bajo con un nivel de representatividad en toda el área de estudio de un 33%, lo que igualmente se ve reflejado en cada una de las zonas en estudio, con un 31% y un 36% en Zona 1 y Zona 2 respectivamente. Existe una mayor presencia de mujeres en los estratos más bajos (1 y 2), siendo mayoritariamente trabajadoras en torno al núcleo familiar.

En cuanto a la mano de obra eventual (ver Cuadro 9-42) es posible indicar que, para ambas zonas en estudio la mayor parte de las jornadas de trabajo las ejecutan trabajadores hombres y de carácter externo, condición que se visualiza mayoritariamente en todos los estratos prediales. A diferencia de la mano de obra permanente, se identificó una mayor asistencia de trabajadoras mujeres, también de tipo externo.

En cuanto a la ocupación de mano de obra temporal, debe destacarse en la zona el rubro vitivinícola, el cual ocupa gran número de jornadas en las diversas labores en especial en la vendimia durante los meses de marzo y abril.

Cuadro 9-41: Mano de obra permanente

Zona	Estrato	Familiares Hombres		Familiares Mujeres		Externos Hombres		Externos Mujeres		Total	
		N° Trabajadores	%	N° Trabajadores	%	N° Trabajadores	%	N° Trabajadores	%	N° Trabajadores	%
1	E1	29	67,4	14	32,6	0	0,0	0	0,0	43	100,0
	E2	46	54,1	26	30,6	13	15,3	0	0,0	85	100,0
	E3	9	60,0	6	40,0	0	0,0	0	0,0	15	100,0
	E4	10	58,8	3	17,6	4	23,5	0	0,0	17	100,0
	E5	1	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	100,0
	E6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
2	E1	21	60,0	12	34,3	1	2,9	1	2,9	35	100,0
	E2	41	55,4	23	31,1	7	9,5	3	4,1	74	100,0
	E3	8	57,1	5	35,7	1	7,1	0	0,0	14	100,0
	E4	2	40,0	2	40,0	1	20,0	0	0,0	5	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Cuadro 9-42: Jornadas de Mano de obra eventual

Zona	Estrato	Familiares Hombres		Familiares Mujeres		Externos Hombres		Externos Mujeres		Total	
		N° Jornadas	%	N° Jornadas	%	N° Jornadas	%	N° Jornadas	%	N° Jornadas	%
1	E1	390	40,0	180	18,5	345	35,4	60	6,2	975	100,0
	E2	30	0,2	30	0,2	9.300	57,4	6.855	42,3	16.215	100,0
	E3	30	4,2	0	0,0	690	95,8	0	0,0	720	100,0
	E4	90	16,7	0	0,0	300	55,6	150	27,8	540	100,0
	E5	0	0,0	0	0,0	360	100,0	0	0,0	360	100,0
	E6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
2	E1	180	12,7	36	2,5	870	61,4	330	23,3	1.416	100,0
	E2	1.620	15,6	966	9,3	5.250	50,4	2.580	24,8	10.416	100,0
	E3	90	6,7	0	0,0	870	64,4	390	28,9	1.350	100,0
	E4	15	1,9	0	0,0	540	67,9	240	30,2	795	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Infraestructura de Riego

Con respecto a la infraestructura de riego, se priorizó consultar específicamente sobre la infraestructura relacionada con la acumulación de agua (Tranques y Estanques). Además, debido al interés del proyecto por considerar el desarrollo de proyectos comunitarios, se consultó sobre el tipo de tenencia de dichos acumuladores.

En el Cuadro 9-43, se muestran los resultados correspondientes al uso de acumulador de aguas, evidenciándose que la mayoría de los predios encuestados poseen sistemas de acumulación, condición que se presenta en un 61% de los casos encuestados. Al analizar la situación por ambas zonas de estudio se evidencian diferencias, manteniéndose un uso de sistemas de acumulación mayoritariamente en la Zona 2, con un 80% de los predios encuestados de dicha zona, en tanto, en la Zona 1, la presencia de estos sistemas de acumulación sólo alcanza un 41% de los casos encuestados para dicha zona.

Al respecto se debe destacar que la cercanía al río Itata de gran parte de los predios situados en la Zona 1, asocia un efecto de mayor disponibilidad de recursos ya sea por extracción directa de las aguas del río, o bien por la ubicación de la napa subterránea a nivel de cota del Río, lo que permite una extracción para los predios aledaños con una mayor ventaja respecto de aquellos ubicados en la Zona 2 donde no existen afloramientos vegas o vertientes. Lo anterior hace que en muchos casos de la Zona 2 sea muy necesario recurrir a mecanismos de acumulación de agua, intra predial o comunitario, para procurar un mejor aprovechamiento de los escasos recursos disponibles.

En cuanto a la situación por estrato, no se aprecia una tendencia clara respecto a la presencia de sistemas de acumulación, si bien en todos los estratos prediales existe una representatividad al uso de estos sistemas, la proporción de uso en cada uno de ellos resulta variable.

Cuadro 9-43: Uso de sistema de acumulación de agua para riego

Sector	Estrato	SI		NO		Total	
		N°	%	N°	%	N°	%
Zona 1	E1	17	48,6	18	51,4	35	100,0
	E2	16	33,3	32	66,7	48	100,0
	E3	3	37,5	5	62,5	8	100,0
	E4	3	33,3	6	66,7	9	100,0
	E5	1	100,0	0	0,0	1	100,0
	E6	1	100,0	0	0,0	1	100,0
Zona 2	E1	29	80,6	7	19,4	36	100,0
	E2	42	76,4	13	23,6	55	100,0
	E3	9	90,0	1	10,0	10	100,0
	E4	5	83,3	1	16,7	6	100,0

Fuente: Elaboración propia, a partir de Encuesta Simple.

En cuanto al tipo de tenencia de los acumuladores, los resultados de la encuesta dan cuenta que la mayoría de los acumuladores corresponden a un tipo de tenencia Propio o Individual, lo cual resulta coincidente con los resultados en relación a la escasa presencia de infraestructura de riego comunitaria catastrada (Ver Capítulo 5). Cabe destacar que los pocos sistemas de acumulación comunitarios registrados en esta encuesta, corresponden a sistemas de acumulación menor destinados en algunos casos para complementar el uso de agua para consumo, siendo utilizados en el círculo familiar cercano, los que no superan los 3 usuarios.

Cuadro 9-44: Tenencia de acumuladores de agua para riego

Sector	Estrato	Propio		Comunitario		Total	
		N°	%	N°	%	N°	%
Zona 1	E1	16	94,1	1	5,9	17	100,0
	E2	15	93,8	1	6,3	16	100,0
	E3	3	100,0	0	0,0	3	100,0
	E4	3	100,0	0	0,0	3	100,0
	E5	1	100,0	0	0,0	1	100,0
	E6	1	100,0	0	0,0	1	100,0
Zona 2	E1	28	96,6	1	3,4	29	100,0
	E2	41	97,6	1	2,4	42	100,0
	E3	8	88,9	1	11,1	9	100,0
	E4	5	100,0	0	0,0	5	100,0

Fuente: Elaboración propia, a partir de Encuesta Simple.

En el Cuadro 9-45 se exponen los resultados correspondientes a la consulta sobre los tipos de acumuladores utilizados en el área de estudios por los propietarios. De ellos se desprende que, la gran mayoría corresponden a estanques de plástico rígido (78%), seguido en menor medida por estanques de hormigón (13,4%) y tranques sin revestimiento (3,9%).

Cuadro 9-45: Tipo de acumuladores de riego utilizados en área de estudio

Zona	Estrato	Tranque con geomembrana		Tranque sin geomembrana		Estanque hormigón		Estanque australiano		Estanque plástico rígido		Estanque flexible		Otro		Total	
		N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
1	E1	0	0,0	2	11,8	2	11,8	0	0,0	13	76,5	0	0,0	0	0,0	17	100,0
	E2	1	6,3	0	0,0	2	12,5	0	0,0	12	75,0	0	0,0	1	6,3	16	100,0
	E3	0	0,0	0	0,0	2	66,7	0	0,0	1	33,3	0	0,0	0	0,0	3	100,0
	E4	0	0,0	1	33,3	0	0,0	0	0,0	2	66,7	0	0,0	0	0,0	3	100,0
	E5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	100,0	0	0,0	0	0,0	1	100,0
	E6	0	0,0	1	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	100,0
2	E1	0	0,0	0	0,0	1	3,4	0	0,0	27	93,1	0	0,0	1	3,4	29	100,0
	E2	1	2,4	1	2,4	9	21,4	0	0,0	30	71,4	1	2,4	0	0,0	42	100,0
	E3	0	0,0	0	0,0	1	11,1	0	0,0	7	77,8	0	0,0	1	11,1	9	100,0
	E4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	100,0	0	0,0	0	0,0	5	100,0

Fuente: Elaboración propia, a partir de Encuesta Simple.

Uso de Tecnologías y Asesoría

El nivel tecnológico actual de los agricultores se registró en base al reflejo del uso de material genético certificado, uso de maquinaria, accesos a créditos y concurso a la ley de riego, así como también respecto a la recepción de asistencia técnica; ámbitos que se estima mejor caracterizan y diferencian a los tipos de agricultores en el área de estudio.

Respecto a la situación en condiciones de cultivos, se puede observar que, en general, los niveles tecnológicos de los predios no presentan grandes diferencias entre estratos y las zonas en estudio. Los mayores niveles tecnológicos identificados para los cultivos anuales se asocian al material genético certificado, el uso de tracción animal, y el apoyo referido a transferencias tecnológicas. Particularmente el uso de tracción animal se encuentra con mayor presencia en la Zona 1, como se puede apreciar en el Cuadro 9-46.

Cuadro 9-46: Frecuencia por ámbitos asociados a nivel tecnológico en usuarios con cultivos

Zona	Estrato	Total Usuarios con Cultivos	Frecuencia por Aspecto (% sobre el total usuarios con cultivos)						
			Usa material genético certificado	Usa maquinaria	Usa tracción animal	Recibe asesoría técnica particular	Recibe transferencia tecnológica	Solicita créditos productivos (últimos 5 años)	Participa en concursos ley de riego (Últimos 5 años)
1	E1	15	73,3	0,0	66,7	0,0	100,0	20,0	0,0
	E2	23	69,6	26,1	69,6	4,3	100,0	17,4	0,0
	E3	3	66,7	66,7	100,0	0,0	100,0	33,3	0,0
	E4	3	100,0	33,3	66,7	0,0	66,7	33,3	0,0
	E5	1	100,0	100,0	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	E6	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	E1	15	86,7	26,7	26,7	0,0	100,0	13,3	0,0
	E2	33	90,9	30,3	48,5	3,0	90,9	18,2	0,0
	E3	6	66,7	16,7	33,3	16,7	83,3	0,0	0,0
	E4	2	50,0	50,0	50,0	0,0	100,0	0,0	0,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

En el caso de los predios encuestados que poseen frutales, la situación no difiere en demasía respecto a la condición de los cultivos anuales. En términos generales, el nivel tecnológico para este rubro sigue estando marcado principalmente por el uso de material genético certificado y el apoyo en transferencia tecnológica, seguido en menor medida con el uso de tracción animal.

Si bien no se presentan grandes diferencias respecto al nivel tecnológico que destaca a este rubro entre las zonas en estudio, se evidencia una representación levemente mayor respecto al uso de material genético certificado y el uso de tracción animal en la Zona 1.

En cuanto a los resultados por estrato predial, no se aprecian variaciones significativas que den cuenta de una tendencia respecto a la representación del nivel tecnológico del rubro, más bien, en términos generales, se mantienen con una representación similar al nivel tecnológico por zonas en estudio.

En el Cuadro 9-47 se presentan los resultados obtenidos de la encuesta simple en relación a la frecuencia referida al nivel tecnológico en frutales para los estratos prediales y zonas analizadas.

Cuadro 9-47: Frecuencia por ámbitos asociados a nivel tecnológico en usuarios con frutales

Zona	Estrato	Total Usuarios con Frutales	Frecuencia por Aspecto (% sobre el total usuarios con frutales)						
			Usa material genético certificado	Usa maquinaria	Usa tracción animal	Recibe asesoría técnica particular	Recibe transferencia tecnológica	Solicita créditos productivos (últimos 5 años)	Participa en concursos ley de riego (Últimos 5 años)
1	E1	28	85,7	7,1	53,6	0,0	92,9	14,3	0,0
	E2	42	83,3	21,4	54,8	0,0	97,6	9,5	0,0
	E3	7	85,7	28,6	85,7	14,3	100,0	0,0	0,0
	E4	9	88,9	11,1	77,8	0,0	77,8	11,1	0,0
	E5	1	100,0	100,0	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	E6	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	E1	30	76,7	23,3	26,7	3,3	93,3	23,3	0,0
	E2	48	66,7	35,4	33,3	8,3	91,7	14,6	2,1
	E3	10	70,0	10,0	30,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	E4	4	75,0	25,0	25,0	0,0	100,0	25,0	0,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Respecto a los predios encuestados con producción de praderas, se pudo identificar que, estos mantienen un nivel tecnológico bajo en relación a las variables analizadas. En términos generales, para toda el área de estudio, la representación de los predios que utilizan tecnologías de interés o reciben apoyo tecnológico para la producción corresponden a menos del 40% de los encuestados, siendo el uso de material genético certificado y la asistencia tecnológica las variables con mayor presencia en la producción de praderas.

Los resultados obtenidos respecto al bajo nivel tecnológico en la producción de praderas, son el reflejo una condición de producción, que en su totalidad se desarrolla en secano con un escaso manejo productivo, donde es común el uso de praderas naturales destinadas al pastoreo.

La situación por zonas en estudio da cuenta que, si bien en la Zona 2 se presenta una mayor presencia de predios con producción de praderas, en términos porcentuales, resulta similar la situación en el uso de material certificado y asistencia técnica, en tanto se presenta una mayor representación de nivel tecnológico respecto a uso de tracción animal y solicitud de crédito productivo en el sector 1.

En cuanto a los resultados por estrato, se destaca en el sector 1 sólo la presencia de predios en estrato 2 y 6, siendo este último estrato el único con uso de tecnologías analizadas. En el sector 2, por su parte, todos los estratos mantienen algún uso de tecnologías en la producción de praderas. En el Cuadro 9-48, se presentan los resultados obtenidos de la encuesta simple en relación a la frecuencia referida al nivel tecnológico en la producción d praderas por estratos y zonas de estudio.

Cuadro 9-48: Frecuencia por ámbitos asociados a nivel tecnológico en agricultores con uso de praderas

Zona	Estrato	Total Usuarios con Praderas	Frecuencia por Aspecto (% sobre el total usuarios con praderas)						
			Usa material genético certificado	Usa maquinaria	Usa tracción animal	Recibe asesoría técnica particular	Recibe transferencia tecnológica	Solicita créditos productivos (últimos 5 años)	Participa en concursos ley de riego (Últimos 5 años)
1	E1	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	E2	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	E3	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	E4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	E5	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	E6	1	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	100,0	0,0
2	E1	1	100,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
	E2	9	33,3	0,0	22,2	0,0	33,3	0,0	0,0
	E3	3	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	E4	3	33,3	33,3	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Con respecto al uso de tecnología en la ganadería, al igual que en la producción de praderas, se mantiene una baja representación en los predios encuestados. Es así, como en menos del 25% de estos, dan cuenta del uso de algún medio de apoyo tecnológico para la producción. De preferencia esta situación se aprecia con mayor representación en estratos menores (1,2 y 3) y de forma similar en ambas zonas en estudio (Ver Cuadro 9-49).

No obstante, el análisis de la información recabada descrito, es importante señalar que ante la falta de suministro hídrico seguro y abundante para desarrollar emprendimientos agrícolas, es lógico que la generalidad de los predios presente un nivel tecnológico bajo y que solo en algunos casos puede variar a medio, según el desarrollo excepcional de algunos emprendimientos mayoritariamente asociados a la vitivinicultura.

Cuadro 9-49: Frecuencia por ámbitos asociados a nivel tecnológico en usuarios con ganado

Zona	Estrato	Total Usuarios con Ganado	Frecuencia por Aspecto (% sobre el total usuarios con ganado)			
			Usa material genético certificado	Recibe asesoría técnica particular	Recibe transferencia tecnológica	Solicita créditos productivos (últimos 5 años)
1	E1	17	23,5	0,0	29,4	0,0
	E2	26	19,2	0,0	26,9	0,0
	E3	7	14,3	0,0	14,3	0,0
	E4	7	0,0	0,0	0,0	0,0
	E5	1	0,0	0,0	0,0	0,0
	E6	0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	E1	8	25,0	0,0	37,5	0,0
	E2	16	18,8	0,0	18,8	0,0
	E3	5	0,0	0,0	0,0	0,0
	E4	1	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Intenciones de Cultivos Futuros

Se consultó respecto a las intenciones de futuros cultivo, en el caso que las condiciones de abastecimiento hídrico se optimicen por medio del mejoramiento de la infraestructura de riego. En este contexto, los resultados de la encuesta visibilizan que, una gran proporción de los encuestados manifiestan interés en integrar o aumentar alternativas de producción de frutales, entre ellos Palto, limón y otros; así como también, hortalizas que entreguen una mayor rentabilidad.

Esto se refleja claramente en los emprendimientos que a simple vista se ven al recorrer el área de estudio, los que se asocian a múltiples plantaciones pequeñas de paltos nogales y cítricos entre otros, plantaciones que en promedio no superan los 5 años, Y que constituyen una apuesta productiva y comercial para los productores, y una prueba de adaptabilidad para evaluación de resultados que permitan eventualmente aumentar dichas superficies de cultivo.

En menor medida, se expresa la intención de mantener y/o ampliar superficies con chacras, lo cual se fundamenta, de acuerdo a lo indicado por los entrevistados, esencialmente por la preferencia de cultivos con mayor grado de conocimiento y experiencia en su manejo, así como también, una comprobada adaptabilidad climática de estas especies en la zona, así como la forma ya establecida de comercializar la producción localmente.

De igual manera, se destaca el interés por mantener el cultivo de vid vinífera en condiciones de seco, dado el conocimiento que se tiene de este y el arraigo cultural involucrado. De igual forma, se reconoce la necesidad de mejorar los niveles de producción e incorporar nuevas cepas que puedan entregar mayor rentabilidad en la comercialización. En menor proporción aparecen como preferencia las praderas, orientadas principalmente al pastoreo del ganado propio. En el Cuadro 9-50 se presentan todas las preferencias de cultivos expresadas por los encuestados.

Cuadro 9-50: Frecuencia de intenciones de cultivo futuro

Zona	Estrato	Total Usuarios Estrato	Frecuencia de intención de cultivo (% por sobre el total de usuarios del estrato)																	
			Alfalfa	Arándano	Cerezo	Chacra Casera	Flores	Frambuesa	Frutales	Frutillas	Hortalizas	Hortalizas Invernadero	Huerto Frutal	Limón	Nogal	Olivos	Palto	Praderas	Tomate	Viña
1	E1	35	0	0	6	14	3	0	17	6	26	11	6	14	6	6	11	3	11	11
	E2	48	8	4	10	10	2	2	27	4	17	4	0	13	13	13	21	4	10	10
	E3	8	13	0	13	0	0	0	13	13	0	0	0	75	13	0	50	0	0	0
	E4	9	0	0	0	22	0	0	56	0	33	0	0	44	0	11	11	11	11	33
	E5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	0	100	0	100	0
	E6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
2	E1	36	3	6	0	17	3	6	11	11	3	11	17	6	0	0	17	3	0	3
	E2	55	0	9	2	13	0	15	2	7	5	4	18	4	5	5	20	4	4	2
	E3	10	0	0	0	10	0	0	10	20	0	0	10	10	0	0	30	10	0	10
	E4	6	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	17

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Expectativas sobre Potenciales Proyectos

El 84% de las personas encuestadas se manifestó interesado en proyectos comunitarios de acumulación de recursos hídricos en el área de estudio, preferencia que mantuvo una mayor representatividad en el sector 1, con un 90% de los encuestados de dicha zona; en tanto, en la Zona 2, el porcentaje de aprobación a este tipo de proyectos se expresó en un 78% de los encuestados de la zona en cuestión. Según indican los entrevistados a favor de este tipo de proyecto, se espera que una mayor seguridad de riego otorgada por el uso de una infraestructura de acumulación, aumentaría la disponibilidad de agua, permitiría aumentar el área regada y redundaría en mejores rendimientos de sus cultivos. Todo ello repercutiendo en mayores márgenes de ingresos, lo cual, les permitiría alcanzar una mejor calidad de vida.

La diferencia que expresada entre ambos sectores se debe fundamentalmente a que en la Zona 1 existe una generalizada circulación de información respecto de los derechos comprometidos con las potenciales obras de riego a construir, lo que ha contribuido a crear una expectativa real respecto de la efectiva materialización de estos proyectos, en contraste con la Zona 2, donde existe la necesidad de recursos hídricos, pero no está el contexto de expectativas de la Zona 1.

De igual forma, se expresan otras obras de interés, como la construcción de pozos y punteras y, también el uso de energías fotovoltaicas.

Los resultados de la encuesta en cuanto al interés y a las prioridades por proyectos alternativos son descritos respectivamente en los Cuadro 9-51 y Cuadro 9-52.

Cuadro 9-51: Interés en proyectos de riego

Zona	Estrato	Interesado		Indiferente		No Interesado		Total	
		N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
1	E1	32	91,4	1	2,9	2	5,7	35	100,0
	E2	43	89,6	3	6,3	2	4,2	48	100,0
	E3	7	87,5	1	12,5	0	0,0	8	100,0
	E4	9	100,0	0	0,0	0	0,0	9	100,0
	E5	1	100,0	0	0,0	0	0,0	1	100,0
	E6	0	0,0	1	100,0	0	0,0	1	100,0
2	E1	30	83,3	3	8,3	3	8,3	36	100,0
	E2	41	74,5	4	7,3	10	18,2	55	100,0
	E3	9	90,0	0	0,0	1	10,0	10	100,0
	E4	3	50,0	1	16,7	2	33,3	6	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Cuadro 9-52: Prioridad por tipo de proyecto

Zona	Estrato	Orden de prioridad (de 1 a 5, 1 más importante)					
		Energía Fotovoltaica	Impulsión desde Río	Obras de Acumulación	Obras de Conducción	Pozos Profundos	Punteras
1	E1	3	6	2	4	1	5
	E2	5	-	2	3	1	4
	E3	-	-	2	-	1	-
	E4	-	-	2	3	1	4
	E5	-	-	-	-	1	-
	E6	1	-	-	-	-	-
2	E1	-	-	1	-	3	2
	E2	2	-	1	-	3	-
	E3	2	-	1	-	3	4
	E4	-	-	1	-	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de Encuesta Simple.

Restricciones al Desarrollo

De los resultados obtenidos en la encuesta, es posible hacer inferencias sobre la percepción de los agricultores respecto a las limitaciones frente al desarrollo productivo en el área de estudio. Las restricciones al desarrollo que se identifican mantienen relación directa con la disponibilidad de recursos naturales y fenómenos externos que determinan el rendimiento agrícola y su comercialización.

De las posibles restricciones al desarrollo planteadas a los encuestados, se observa que aquellas que concitaron mayor consenso, son las asociadas a la escasez hídrica y al acceso al recurso hídrico. Estos factores son considerados transversalmente al tamaño predial como una problemática en aumento.

En este contexto, la restricción hídrica se relaciona en general a situaciones de acceso para la extracción de agua superficial, lo que ha generado en el área de estudio, que el agua subterránea sea un recurso de explotación de mayor accesibilidad para el desarrollo de una agricultura de riego, independiente de lo escaso de este recurso, dado que tanto la disponibilidad de agua superficial como subterránea han sido consideradas entre las mayores restricciones al desarrollo agrícola por los encuestados.

Al analizar los resultados en las dos zonas de estudio, es posible apreciar que la situación de restricción al acceso al agua superficial resulta con mayor recurrencia en la Zona 1, lo cual puede ser influenciado por la mayor presencia de fuentes como ríos y esteros, teniendo una gran influencia en esta zona el río Itata. En la Zona 2 la situación cambia, dando cuenta en mayor medida una restricción al acceso a aguas subterráneas, aludiendo generalizadamente los entrevistados a la disminución de las napas freáticas, lo que ha significado una creciente dificultad para la extracción del recurso, manifestando en muchos casos, las restricciones económicas permanentes para profundizar pozos y punteras o bien para implementar nuevos sistemas de extracción.

Otra de las problemáticas que también fue indicada como uno de los principales factores restrictivos la actividad agrícola en el área de estudio, corresponde a los precios de venta de los productos, con los cuales no se alcanzan a satisfacer las expectativas de esta actividad económica. Esta situación resulta de mayor importancia en estratos prediales menores en ambas zonas de estudio, lo cual, por lo general está relacionado a producciones que no alcanzan volúmenes de producción importantes y que en los estratos prediales más pequeños corresponden a excedentes de producciones destinadas para un autoconsumo.

Un caso emblemático respecto del anterior punto lo constituye el rubro vitivinícola, donde los precios pagados por los poderes compradores existentes en la zona son extremadamente bajos, los que no permiten ni siquiera cubrir los costos anuales de mantención de los viñedos, razón por la cual progresivamente surgen emprendimientos de producción propia de vinos embotellados orientados a la comercialización y a la incursión en diferentes mercados del país, incluso en el extranjero.

Complementario a la situación mencionada, los entrevistados destacan como aspecto restrictivo la disponibilidad y costo de la mano de obra, lo cual radica en los procesos migratorios acontecidos en la comuna, donde parte de la población busca mejores expectativas de vida fuera de esta, teniendo como objetivo mejores condiciones salariales a las que se ofrecen en el rubro agrícola. Esta problemática aqueja en mayor proporción en los productores de vid vinífera y otros frutales de mayores extensiones de cultivo, quienes temporada tras temporada se enfrentan, por una parte, a una gran demanda de mano de obra en la época de cosecha, y por otra, a los bajos precios de compra de su producto, lo cual repercute negativamente en los márgenes económicos alcanzados.

Lo anterior constituye un gran desafío a un eventual desarrollo agrícola en el contexto de una Situación Con Proyecto, donde la mayor seguridad de riego llevará asociada una mayor cantidad de superficie plantada con frutales, la que requerirá en su momento de una gran cantidad de mano de obra en sus labores, no obstante, esto se traducirá en un foco futuro de oferta de trabajo atractivo para la fuerza laboral de la zona.

Otro factor que resalta respecto a las restricciones para el desarrollo agrícola mencionado por los entrevistados, es el alto costo de la energía, sobresaliendo particularmente en la Zona 2, aludiendo en la mayoría de los casos al requerimiento energético necesario para la extracción e impulsión de agua para riego, problemática que se agrava aún más en época estival.

En el Cuadro 9-53 se pueden observar las apreciaciones de los encuestados, respecto de las restricciones al desarrollo que más afectan a sus producciones.

Cuadro 9-53: Frecuencia de las restricciones al desarrollo

Zona	Estrato	Total Usuarios Estrato	Frecuencia de la restricción (% sobre el total usuarios del estrato)																
			Escasez agua superficial	Acceso al agua superficial	Escasez Agua Subterránea	Acceso Agua Subterránea	Estado de canales	Costo de Mano de Obra	Disponibilidad de mano de obra	Mercados para comercializar	Precios venta productos	Existencia de caminos para comercializar	Estado de Caminos	Financiamiento (Créditos)	Falta de Asesoría	Disponibilidad Energía	Costo de Energía	Otros	
1	E1	35	37,1	31,4	42,9	42,9	0,0	11,4	20,0	28,6	25,7	0,0	2,9	2,9	20,0	0,0	14,3	20,0	
	E2	48	39,6	45,8	35,4	45,8	0,0	22,9	35,4	16,7	37,5	0,0	0,0	2,1	6,3	0,0	6,3	6,3	
	E3	8	12,5	62,5	25,0	50,0	0,0	25,0	12,5	25,0	37,5	0,0	0,0	0,0	37,5	0,0	0,0	12,5	
	E4	9	11,1	66,7	11,1	77,8	0,0	0,0	22,2	33,3	55,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,2
	E5	1	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	E6	1	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
2	E1	36	47,2	13,9	58,3	36,1	0,0	11,1	8,3	5,6	16,7	16,7	33,3	2,8	19,4	0,0	30,6	0,0	
	E2	55	49,1	7,3	61,8	32,7	3,6	5,5	5,5	0,0	21,8	5,5	45,5	3,6	25,5	0,0	34,5	0,0	
	E3	10	30,0	10,0	60,0	20,0	0,0	20,0	20,0	0,0	30,0	10,0	40,0	0,0	0,0	0,0	60,0	0,0	
	E4	6	33,3	0,0	33,3	0,0	16,7	50,0	50,0	0,0	16,7	0,0	16,7	0,0	16,7	0,0	66,7	0,0	

Fuente: Elaboración propia, a partir de Encuesta Simple.

9.4.3.5. Conclusiones de Resultados Encuesta Simple

En el presente apartado, se presentan las principales conclusiones asociadas a cada uno de los aspectos consultados en la Encuesta Simple de Caracterización Agrícola realizada en el presente estudio, constituyéndose estas, como la base para el adecuado planteamiento de una Situación Con Proyecto en el marco de la proposición de futuras obras de riego que potencien el desarrollo agrícola local.

- La “Propiedad” se establece como el principal tipo de tenencia de tierra en el área de estudio, reflejado en 92% de los predios encuestados. Esto cual constituye un factor altamente positivo desde el punto de vista de la futura postulación a proyectos de riego individuales para dar un mejor aprovechamiento de las obras proyectadas, en el contexto de una Situación Con Proyecto.
- La superficie regada actual cubre solamente un 14% del total de superficie encuestada, siendo mayoritariamente a partir de fuentes subterráneas. En este contexto, se destaca además que, un porcentaje importante de superficie de riego se presenta en estratos menores, particularmente en los estratos E1 y E2, en los cuales se encuentra en conjunto, un 63% de la superficie de cultivo con riego en toda el área de estudio. Respecto al análisis por zonas de estudio, no se evidencie diferencias significativas prevaleciendo levemente mayores superficies de riego en la Zona 1 que en la Zona 2. (distribuidos respectivamente en un 60 y 40% la superficie total regada).
- Lo anterior indica un auspicioso escenario para un futuro desarrollo agrícola al implementar las obras proyectadas, ya que los predios objetivo de estas iniciativas, muestran un activo desarrollo de emprendimientos agrícolas asociados al escaso recurso disponible, indicador que, si el recurso fuese abastecido en mayor cantidad y con mayor seguridad, el nivel de acogida y aprovechamiento de estas obras sería alto.
- Gran parte del territorio en estudio lo compone praderas de secano, las que alcanzan una representación de un 33% de la superficie total encuestada, no obstante, un 29% de la superficie encuestada lo constituyen suelos “potencialmente regable”, superficies que sumadas que permite realizar proyecciones futuras auspiciosas asociadas a nuevas áreas de riego en el contexto de las obras proyectadas.
- Respecto a la situación de cultivos en secano, se visualiza una mayor predominancia en la Zona 2, asociado a sectores de mayor altitud con una geomorfología de lomaje suave, caracterizada por la presencia de vides. La viticultura en ambas zonas de estudio se desarrolla completamente en condiciones de secano en los predios encuestados, manteniéndose un mayor porcentaje de superficie encuestada con cultivo de vid vinífera en la Zona 2 de estudio con un 74% de la superficie total con este cultivo.
- En este sentido, la vitivinicultura es un rubro tradicional altamente arraigado en la agricultura de la zona y que lleva asociado creciente cantidad de emprendimientos en torno a la producción elaboración y comercialización de vinos propios, por lo que

constituye un rubro a potenciar en el futuro de independientemente que se siga cultivando en secano. Esto, a través del apoyo e incentivo a la asociatividad productiva y comercial de los productores.

- Los métodos de riego de mayor uso en el área de estudio, respecto a la superficie involucrada, corresponden principalmente al riego por goteo y el riego por surco, con un 38% y un 37% de superficie regada respectivamente. En términos generales, no se aprecia grandes diferencias de esta situación entre las zonas de estudio. La actual adopción de tecnificación se asocia principalmente a un incipiente desarrollo frutícola en la zona, representado por recientes y pequeñas plantaciones de cerezos, cítricos, nogales, olivos, y paltos, las que constituyen excelentes referentes productivos y de uso de tecnificación para futuros emprendimientos en el contexto de las obras de riego en estudio.
- En general e independientemente del riego actual en el área, los entrevistados manifiestan conocer o haber manejado alguna vez los métodos tradicionales de riego, al igual los tecnificados, refiriéndose principalmente al conocimiento de riegos por goteo, surco, taza y cinta, mientras que otros como la microaspersión o pivote central casi no los conocen. Esto también constituye un factor positivo desde el punto de vista de la adopción futura de tecnificación en el contexto de las obras proyectadas.
- En cuanto al origen de las fuentes de agua de riego, son predominantes en el área de estudio las fuentes subsuperficiales, tales como vertientes y pozos someros mediante punteras, así como también fuentes subterráneas mediante el uso de pozos y norias. Los resultados por estrato predial dan cuenta, en términos generales, que existe una tendencia en los estratos más bajos por presentar una mayor diversificación de fuentes de abastecimiento, mientras que los estratos más altos tienden a centralizar en uno o dos tipos de fuentes. Es un indicador positivo que en gran parte de los predios se trata de aprovechar al máximo las escasas fuentes de suministro para riego que existen, indicador auspicioso desde el punto de vista del futuro aprovechamiento de recursos en el contexto de Situación Con Proyecto.
- De los resultados obtenidos se observa un bajo grado de regularización, presentando en las fuentes de mayor recurrencia (subsuperficiales y subterráneas) un porcentaje de regularización en torno a un 26% de sus totales para toda el área de estudio, siendo variable esta representatividad al analizar la situación por estratos prediales. Es un factor a considerar ante un escenario inminente de obras de riego, el ordenamiento y regulación de todos los derechos que se concederán, teniendo en cuenta regularizar la situación de los recursos actualmente aprovechados.
- Los resultados de disponibilidad de agua a partir de alguna fuente, contrastan con la posibilidad de extracción constante de agua durante el año y así también respecto a la satisfacción para su uso en riego. Si bien el 68% de los encuestados dan cuenta de mantener disponibilidad de agua a partir de alguna fuente durante todo el año, un 88% de estos, indica no realizar una extracción permanente durante el año, limitándose sólo

a algunos meses de producción. En tanto, un 66% de los entrevistados dan cuenta que no satisfacen la necesidad de riego para cubrir las posibilidades de cultivo con la disponibilidad de agua existente.

- La producción obtenida de la actividad agrícola en el área de estudio, se dirige en gran medida hacia el autoconsumo y subsistencia y, en segundo lugar, su comercialización, condición que resulta evidente en ambas zonas en estudio y en la mayoría de los estratos prediales analizados, sólo en el rubro referido a la producción de vides está dirigida en una proporción importante hacia la comercialización (89%), seguido de la producción ganadera, con un 68% de los casos en este rubro. Esto es un factor importante a considerar en el enfoque futuro que se deberá inducir en el marco futuro del desarrollo agrícola, donde la orientación comercial de la producción debe ser adoptada desde un inicio a través de los mecanismos de apoyo y transferencia tecnológica.
- Se puede apreciar que la mano de obra en el área de estudio se sustenta en el trabajo desarrollado por la propia familia del agricultor. La mano de obra permanente femenina tiene una baja representación en el área de estudio (33% de los casos), teniendo una mayor presencia a nivel de estratos pequeños, dada su vinculación al rubro productivo familiar. Los trabajadores externos se presentan con mayor frecuencia en estratos de tamaño predial mayor. El trabajo temporal se asocia fundamentalmente a la temporada estival en épocas de siembra y de cosecha en especial la época de vendimias. De esta forma, es importante considerar en un contexto futuro de desarrollo agrícola, el surgimiento de un aumento importante en la demanda de mano de obra, el que se traducirá a su vez en un importante aumento en la oferta de trabajo, aspecto que reafirma la necesidad de enfocar la futura agricultura hacia un desarrollo comercial que sea capaz de solventar estos costos.
- La infraestructura de riego actual en la zona asociada a acumulación de agua tiene mayor presencia en la Zona 2, con un 80% de los predios encuestados de dicha zona, en tanto, en la Zona 1, la presencia de estos sistemas de acumulación sólo alcanza un 41% de los casos encuestados para dicha zona. En cuanto al tipo de tenencia de los acumuladores, los resultados de la encuesta permiten visualizar que, la mayoría de los acumuladores corresponden a un tipo de tenencia Propio o Individual, lo cual resulta coincidente con los resultados en relación a la escasa presencia de infraestructura de riego comunitaria catastrada. El fomento a la acumulación intrapredial es un factor altamente relevante a considerar, asociado a futuras postulaciones individuales a la ley de riego en el contexto de las obras proyectadas, poderosa forma de potenciar los beneficios de estas.
- Los mayores niveles tecnológicos identificados para los cultivos anuales y frutales se asocian a: material genético certificado, el uso de tracción animal, y el apoyo referido a transferencias tecnológicas. Por su parte, en el cultivo de praderas y la producción de ganado, el apoyo de tecnología y asesorías mantienen una baja representación en los predios encuestados, prevaleciendo en ambos casos el uso de material certificado y

apoyo de asistencia técnica. Es importante considerar que, pese a la diversa gama de emprendimientos agrícolas existentes actualmente, el nivel tecnológico generalizado de la agricultura es bajo, por lo cual los futuros mecanismos de apoyo y transferencia tecnológica deben estar a la altura del desarrollo esperado en el contexto de las obras en estudio.

- Un porcentaje elevado de los entrevistados manifestó interés en proyectos comunitarios de acumulación de recursos hídricos (84%), preferencia que mantuvo una mayor representatividad en el sector 1, con un 90% de los encuestados de dicha zona; en tanto, en la Zona 2, el porcentaje de aprobación a este tipo de proyectos se expresó en un 78%. Las anteriores, son cifras auspiciosas desde el punto de vista del interés de los agricultores por las obras en estudio, no obstante, siempre existe una asociación propia de la agricultura de secano, a la reticencia frente a inversiones en riego que nunca se han desarrollado en la zona, factor que debe de ser trabajado y apoyado por los mecanismos de transferencia y fomento productivo en el futuro.
- Se manifiesta interés por, integrar o aumentar en superficie, alternativas de producción de frutales, entre ellos palto, limón y otros; así como también, hortalizas que entreguen una mayor rentabilidad. Reflejo de esto son los múltiples emprendimientos descritos asociados a fruticultura, que constituyen un referente productivo en el contexto de futuras obras de riego.
- La escasez hídrica y la falta de acceso al recurso hídrico son expresados como los factores de mayor restricción para el desarrollo de la agricultura. En la Zona 1, esta situación prevalece respecto a la restricción de acceso y disponibilidad de agua superficial, en tanto en la Zona 2, la restricción al desarrollo se ve expresado por la escasez en la disponibilidad de agua subterránea, aludiendo generalizadamente los entrevistados a la disminución de las napas freáticas. Esto da cuenta de la necesidad de recursos y seguridad para riego y es reflejo del interés que existe en la zona por desarrollar emprendimientos asociados a la agricultura. Es así como a través de todo el análisis desarrollado en las presentes conclusiones emanadas de los resultados de esta encuesta, se visualiza un auspicioso escenario para el emprendimiento productivo y futuro desarrollo agrícola de la zona en el contexto de las obras proyectadas.

9.4.4. Uso del Suelo

9.4.4.1. Aspectos Generales

La estratificación predial obtenida de listado de usuarios del área de estudio y las proporciones de los tipos de superficie y cultivos resultantes de la aplicación de la Encuesta Simple son la base para determinar el uso del suelo de la Situación Actual. Tal como se dijo anteriormente, la distribución porcentual de los cultivos se expande para representar el universo del área de estudio.

La información es entregada a nivel de predio promedio y superficie expandida las Zonas 1 y

2.

9.4.4.2. Predios Promedio

A partir de la información de superficie total predial fue posible establecer el tamaño promedio que representa a cada estrato del área de estudio. La superficie total del Predio Promedio fue desglosada según la distribución porcentual de los cultivos regados con agua superficial y las zonas sin uso, provenientes del análisis de la encuesta simple, obteniendo su equivalente en área. Estos resultados se muestran en el Cuadro 9-54 y Cuadro 9-55.

Es importante destacar la importancia de la información sobre la estructura de cultivos y tipos de superficie (distribución porcentual) de cada predio promedio para caracterizar posteriormente los proyectos a diseñar a nivel de perfil, dependiendo de la estratificación predial de cada área beneficiada.

**Cuadro 9-54: Uso del suelo Situación Actual
predios promedio – Zona 1**

Tipo	Rubro	Cultivos	E1		E2		E3		E4		E5		E6	
			ha	%	ha	%								
Riego	Cultivos Anuales	Chacra	0,05	24,1	0,12	22,1	0,09	12,5	0,11	4,9	0,00	0,0	0,00	0,0
		Hortalizas	0,03	16,3	0,06	11,6	0,03	4,2	0,79	36,6	2,30	55,6	0,00	0,0
		Maíz	0,00	1,2	0,02	3,7	0,06	8,3	0,11	4,9	0,92	22,2	0,00	0,0
		Papa	0,00	0,0	0,00	0,0	0,06	8,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
		Poroto	0,00	1,2	0,01	1,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
	Frutales	Cerezo	0,02	9,9	0,04	6,8	0,13	16,7	0,21	9,8	0,00	0,0	0,00	0,0
		Huerto Frutal	0,05	26,8	0,08	15,4	0,06	8,3	0,37	17,1	0,00	0,0	0,00	0,0
		Limonero	0,00	0,0	0,00	0,4	0,06	8,3	0,00	0,0	0,46	11,1	0,00	0,0
		Nogal	0,00	1,2	0,05	8,4	0,19	25,0	0,48	22,0	0,00	0,0	0,00	0,0
		Olivo	0,02	9,8	0,10	17,7	0,06	8,3	0,11	4,9	0,00	0,0	0,00	0,0
		Otros Frutales	0,01	2,9	0,02	3,3	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
	Total Riego		0,20	100,0	0,54	100,0	0,76	100,0	2,17	100,0	4,14	100,0	0,00	0,0
	Secano	Cultivos	0,01	7,6	0,01	1,7	0,00	0,0	0,63	20,7	0,00	0,0	0,00	0,0
Praderas		0,00	0,0	0,04	5,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	84,90	100,0	
Vides y Otros Frutales		0,14	92,4	0,72	92,8	2,09	100,0	2,43	79,3	5,51	100,0	0,00	0,0	
Total Secano		0,15	100,0	0,78	100,0	2,09	100,0	3,07	100,0	5,51	100,0	84,90	100,0	
Forestal		0,02	-	0,01	-	0,37	-	0,68	-	0,00	0,0	173,50	-	
Total Cultivos		0,36	-	1,34	-	3,21	-	5,91	-	9,65	-	258,40	-	
Bosque Nativo		0,00	0,0	0,00	0,1	0,13	1,8	0,11	0,8	0,00	0,0	0,00	0,0	
Indirectamente productiva		0,08	15,6	0,10	3,9	0,13	1,8	0,12	0,8	0,92	3,1	4,06	1,5	
Sin uso potencialmente Regable		0,09	16,1	0,98	39,8	3,24	44,9	6,94	50,3	18,84	64,1	0,00	0,0	
Improductiva		0,01	1,1	0,04	1,8	0,51	7,0	0,73	5,3	0,00	0,0	0,00	0,0	
Total Predial		0,54	100,0	2,45	100,0	7,21	100,0	13,80	100,0	29,41	100,0	262,46	100,0	

Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta simple y listado de usuarios.

**Cuadro 9-55: Uso del suelo Situación Actual
predios promedio – Zona 2**

Tipo	Rubro	Cultivos	E1		E2		E3		E4		E5		E6	
			ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Riego	Cultivos Anuales	Chacra	0,07	24,6	0,18	33,5	0,20	28,6	0,21	55,6	0,00	-	0,00	-
		Hortalizas	0,02	8,6	0,03	5,8	0,06	8,6	0,00	0,0	0,00	-	0,00	-
		Maíz	0,01	2,1	0,00	0,4	0,05	7,1	0,00	0,0	0,00	-	0,00	-
		Papa	0,01	2,2	0,01	1,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	-	0,00	-
		Poroto	0,01	2,2	0,00	0,4	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	-	0,00	-
	Frutales	Cerezo	0,01	3,1	0,05	9,4	0,03	3,6	0,00	0,0	0,00	-	0,00	-
		Huerto Frutal	0,07	27,8	0,08	16,0	0,11	15,7	0,00	0,0	0,00	-	0,00	-
		Limonero	0,02	7,3	0,03	5,8	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	-	0,00	-
		Nogal	0,01	2,6	0,01	2,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	-	0,00	-
		Olivo	0,02	6,9	0,03	6,1	0,06	7,9	0,00	0,0	0,00	-	0,00	-
		Otros Frutales	0,01	5,2	0,02	3,2	0,03	3,6	0,00	0,0	0,00	-	0,00	-
		Palto	0,02	7,4	0,08	15,2	0,18	25,0	0,17	44,4	0,00	-	0,00	-
		Total Riego	0,27	100,0	0,53	100,0	0,71	100,0	0,38	100,0	0,00	-	0,00	-
Secano	Cultivos	0,01	6,6	0,04	3,6	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	-	0,00	-	
	Praderas	0,02	8,0	0,14	13,3	0,84	24,4	1,31	28,5	0,00	-	0,00	-	
	Vides y Otros Frutales	0,18	85,4	0,85	83,1	2,60	75,6	3,29	71,5	0,00	-	0,00	-	
	Total Secano	0,2	100,0	1,0	100,0	3,4	100,0	4,6	100,0	0,0	-	0,0	-	
	Forestal	0,01	-	0,17	-	0,71	-	2,90	-	0,00	-	0,00	-	
	Total Cultivos	0,49	-	1,71	-	4,87	-	7,89	-	0,00	-	0,00	-	
	Bosque Nativo	0,01	1,0	0,05	1,9	0,84	11,6	1,11	8,3	0,00	-	0,00	-	
	Indirectamente productiva	0,13	19,0	0,32	12,2	0,47	6,5	0,41	3,1	0,00	-	0,00	-	
	Sin uso potencialmente Regable	0,07	10,6	0,40	15,3	0,96	13,2	3,28	24,7	0,00	-	0,00	-	
	Improductiva	0,00	0,0	0,11	4,3	0,10	1,4	0,60	4,5	0,00	-	0,00	-	
	Total Predial	0,70	100,0	2,58	100,0	7,25	100,0	13,29	100,0	0,00	-	0,00	-	

Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta simple y listado de usuarios.

9.4.4.3. Superficie Expandida

En el Cuadro 9-56 a Cuadro 9-58 se presenta la superficie expandida para cada estrato.

**Cuadro 9-56: Uso del suelo Situación Actual
predios expandidos –usuarios PRODESAL
Zona 1**

Tipo	Rubro	Cultivos	E1		E2		E3		E4		E5		E6		Total	
			ha	%	ha	%										
Riego	Cultivos Anuales	Chacra	6,6	24,1	11,7	22,1	1,5	12,5	2,3	4,9	0,0	0,0	0,0	-	22,1	13,8
		Hortalizas	4,5	16,3	6,1	11,6	0,5	4,2	17,4	36,6	11,5	55,6	0,0	-	40,0	24,9
		Maíz	0,3	1,2	1,9	3,7	1,0	8,3	2,3	4,9	4,6	22,2	0,0	-	10,2	6,3
		Papa	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	1,0	0,6
		Poroto	0,3	1,2	0,8	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	1,2	0,7
	Frutales	Cerezo	2,7	9,9	3,6	6,8	2,0	16,7	4,7	9,8	0,0	0,0	0,0	-	13,0	8,1
		Huerto Frutal	7,3	26,8	8,2	15,4	1,0	8,3	8,1	17,1	0,0	0,0	0,0	-	24,6	15,3
		Limonero	0,0	0,0	0,2	0,4	1,0	8,3	0,0	0,0	2,3	11,1	0,0	-	3,5	2,2
		Nogal	0,3	1,2	4,4	8,4	3,0	25,0	10,5	22,0	0,0	0,0	0,0	-	18,3	11,4
		Olivo	2,7	9,8	9,4	17,7	1,0	8,3	2,3	4,9	0,0	0,0	0,0	-	15,4	9,6
		Otros Frutales	0,8	2,9	1,8	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	2,6	1,6
	Palto	1,8	6,8	4,7	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	11,1	0,0	-	8,9	5,5	
	Total Riego		27,4	100,0	52,8	100,0	12,1	100,0	47,7	100,0	20,7	100,0	0,0	-	160,7	100,0
Secano	Cultivos	1,6	7,6	1,3	1,7	0,0	0,0	14,0	20,7	0,0	0,0	0,0	0,0	16,8	4,3	
	Praderas	0,0	0,0	4,2	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	169,8	100,0	174,0	44,1	
	Vides y Otros Frutales	19,4	92,4	70,1	92,8	33,4	100,0	53,5	79,3	27,6	100,0	0,0	0,0	204,0	51,7	
	Total Secano	21,0	100,0	75,6	100,0	33,4	100,0	67,5	100,0	27,6	100,0	169,8	100,0	394,9	100,0	
Forestal		2,3	-	1,3	-	5,9	-	14,9	-	0,0	-	347,0	-	371,4	-	
Total Cultivos		50,7	-	129,7	-	51,4	-	130,1	-	48,2	-	516,8	-	926,9	-	
Bosque Nativo		0,0	0,0	0,2	0,1	2,0	1,8	2,3	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,3	
Indirectamente productiva		11,8	15,6	9,3	3,9	2,0	1,8	2,6	0,8	4,6	3,1	8,1	1,5	38,4	2,7	
Sin uso potencialmente Regable		12,2	16,1	94,7	39,8	51,8	44,9	152,6	50,3	94,2	64,1	0,0	0,0	405,5	28,9	
Improductiva		0,8	1,1	4,3	1,8	8,1	7,0	16,1	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	29,2	2,1	
Total Predial		75,5	100,0	238,1	100,0	115,4	100,0	303,6	100,0	147,0	100,0	524,9	100,0	1.404,5	100,0	

Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta simple y listado de usuarios PRODESAL.

**Cuadro 9-57: Uso del suelo Situación Actual
predios expandidos –usuarios PRODESAL
Zona 2**

Tipo	Rubro	Cultivos	E1		E2		E3		E4		E5		E6		Total	
			ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Riego	Cultivos Anuales	Chacra	2,7	24,6	9,9	33,5	2,5	28,6	1,5	55,6	0,0	-	0,0	-	16,5	31,9
		Hortalizas	1,0	8,6	1,7	5,8	0,7	8,6	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	3,4	6,6
		Maíz	0,2	2,1	0,1	0,4	0,6	7,1	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	1,0	1,9
		Papa	0,2	2,2	0,5	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,7	1,4
		Poroto	0,2	2,2	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,4	0,7
	Frutales	Cerezo	0,3	3,1	2,8	9,4	0,3	3,6	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	3,4	6,6
		Huerto Frutal	3,1	27,8	4,7	16,0	1,3	15,7	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	9,2	17,7
		Limonero	0,8	7,3	1,7	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	2,5	4,9
		Nogal	0,3	2,6	0,7	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	1,0	2,0
		Olivo	0,8	6,9	1,8	6,1	0,7	7,9	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	3,2	6,2
		Otros Frutales	0,6	5,2	0,9	3,2	0,3	3,6	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	1,8	3,5
		Palto	0,8	7,4	4,5	15,2	2,1	25,0	1,2	44,4	0,0	-	0,0	-	8,6	16,7
		Total Riego	11,1	100,0	29,5	100,0	8,6	100,0	2,7	100,0	0,0	-	0,0	-	51,9	100,0
Secano	Cultivos	0,6	6,6	2,1	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	2,7	1,9	
	Praderas	0,7	8,0	7,6	13,3	10,1	24,4	9,2	28,5	0,0	-	0,0	-	27,6	19,8	
	Vides y Otros Frutales	7,6	85,4	47,5	83,1	31,2	75,6	23,0	71,5	0,0	-	0,0	-	109,4	78,3	
	Total Secano	8,9	100,0	57,1	100,0	41,3	100,0	32,2	100,0	0,0	-	0,0	-	139,6	100,0	
	Forestal	0,4	-	9,2	-	8,5	-	20,3	-	0,0	-	0,0	-	38,4	-	
	Total Cultivos	20,4	-	95,8	-	58,5	-	55,2	-	0,0	-	0,0	-	229,9	-	
	Bosque Nativo	0,3	1,0	2,7	1,9	10,1	11,6	7,8	8,3	0,0	-	0,0	-	20,9	5,9	
	Indirectamente productiva	5,6	19,0	17,7	12,2	5,6	6,5	2,9	3,1	0,0	-	0,0	-	31,8	9,0	
	Sin uso potencialmente Regable	3,1	10,6	22,2	15,3	11,5	13,2	23,0	24,7	0,0	-	0,0	-	59,8	16,9	
	Improductiva	0,0	0,0	6,2	4,3	1,2	1,4	4,2	4,5	0,0	-	0,0	-	11,6	3,3	
	Total Predial	29,4	100,0	144,5	100,0	87,0	100,0	93,0	100,0	0,0	-	0,0	-	353,9	100,0	

Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta simple y listado de usuarios PRODESAL.

**Cuadro 9-58: Uso del suelo Situación Actual
total usuarios PRODESAL**

Tipo	Rubro	Cultivos	Zona 1		Zona 2		Total	
			ha	%	ha	%	ha	%
Riego	Cultivos Anuales	Chacra	22,1	13,8	16,5	31,9	38,6	18,2
		Hortalizas	40,0	24,9	3,4	6,6	43,4	20,4
		Maíz	10,2	6,3	1,0	1,9	11,2	5,3
		Papa	1,0	0,6	0,7	1,4	1,8	0,8
		Poroto	1,2	0,7	0,4	0,7	1,5	0,7
	Frutales	Cerezo	13,0	8,1	3,4	6,6	16,4	7,7
		Huerto Frutal	24,6	15,3	9,2	17,7	33,8	15,9
		Limonero	3,5	2,2	2,5	4,9	6,0	2,8
		Nogal	18,3	11,4	1,0	2,0	19,3	9,1
		Olivo	15,4	9,6	3,2	6,2	18,6	8,8
		Otros Frutales	2,6	1,6	1,8	3,5	4,4	2,1
		Palto	8,9	5,5	8,6	16,7	17,5	8,2
		Total Riego	160,7	100,0	51,9	100,0	212,5	100,0
Secano	Cultivos	16,8	4,3	2,7	1,9	19,5	3,7	
	Praderas	174,0	44,1	27,6	19,8	201,6	37,7	
	Vides y Otros Frutales	204,0	51,7	109,4	78,3	313,4	58,6	
	Total Secano	394,9	100,0	139,6	100,0	534,5	100,0	
	Forestal	371,4	-	38,4	-	409,8	-	
	Total Cultivos	926,9	-	229,9	-	1.156,8	-	
	Bosque Nativo	4,5	0,3	20,9	5,9	25,4	1,4	
	Indirectamente productiva	38,4	2,7	31,8	9,0	70,1	4,0	
	Sin uso potencialmente Regable	405,5	28,9	59,8	16,9	465,3	26,5	
	Improductiva	29,2	2,1	11,6	3,3	40,8	2,3	
	Total Predial	1.404,5	100,0	353,9	100,0	1.758,4	100,0	

Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta simple y listado de usuarios PRODESAL.

Adicionalmente se presenta el Cuadro 9-59 al Cuadro 9-61 Con el uso del suelo expandido para todos los predios de las Zonas 1 y 2 de la comuna, a partir del listado roles prediales provisto por el REA CIREN-SII, el que, tal como se mencionó anteriormente, presenta importantes diferencias con la información de terreno con respecto a la distribución y atomización predial. De todas formas, resulta útil mostrar una visión general de la agricultura comunal, pero con precauciones para uso posterior en este estudio.

Se destaca que la encuesta simple aplicada a los usuarios PRODESAL no contempla resultados para los Estratos 5 y 6 de la Zona 2, por lo que para caracterizar estos grupos para los predios provenientes del REA CIREN-SII se replicó la información porcentual de los predios de los estratos 5 y 6 la Zona 1.

**Cuadro 9-59: Uso del suelo Situación Actual
predios expandidos –total pedios
Zona 1**

Tipo	Rubro	Cultivos	E1		E2		E3		E4		E5		E6		Total	
			ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Riego	Cultivos Anuales	Chacra	12,3	24,1	27,1	22,1	3,9	12,5	8,3	4,9	0,0	0,0	0,0	-	51,6	9,5
		Hortalizas	8,3	16,3	14,2	11,6	1,3	4,2	62,2	36,6	94,6	55,6	0,0	-	180,7	33,1
		Maíz	0,6	1,2	4,5	3,7	2,6	8,3	8,3	4,9	37,9	22,2	0,0	-	53,9	9,9
		Papa	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	2,6	0,5
		Poroto	0,6	1,2	1,9	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	2,5	0,5
	Frutales	Cerezo	5,0	9,9	8,4	6,8	5,2	16,7	16,6	9,8	0,0	0,0	0,0	-	35,2	6,5
		Huerto Frutal	13,7	26,8	18,9	15,4	2,6	8,3	29,0	17,1	0,0	0,0	0,0	-	64,2	11,8
		Limonero	0,0	0,0	0,4	0,4	2,6	8,3	0,0	0,0	18,9	11,1	0,0	-	22,0	4,0
		Nogal	0,6	1,2	10,3	8,4	7,8	25,0	37,3	22,0	0,0	0,0	0,0	-	56,1	10,3
		Olivo	5,0	9,8	21,7	17,7	2,6	8,3	8,3	4,9	0,0	0,0	0,0	-	37,6	6,9
		Otros Frutales	1,5	2,9	4,1	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	5,6	1,0
	Palto	3,4	6,8	11,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,9	11,1	0,0	-	33,3	6,1	
	Total Riego		51,0	100,0	122,6	100,0	31,2	100,0	170,1	100,0	170,4	100,0	0,0	-	545,3	100,0
Secano	Cultivos	3,0	7,6	3,0	1,7	0,0	0,0	49,8	20,7	0,0	0,0	0,0	0,0	55,8	2,5	
	Praderas	0,0	0,0	9,7	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.468,7	100,0	1.478,4	66,1	
	Vides y Otros Frutales	36,2	92,4	162,8	92,8	85,8	100,0	190,9	79,3	227,1	100,0	0,0	0,0	702,8	31,4	
	Total Secano	39,2	100,0	175,5	100,0	85,8	100,0	240,7	100,0	227,1	100,0	1.468,7	100,0	2.237,0	100,0	
Forestal		4,3	-	3,0	-	15,1	-	53,1	-	0,0	-	3.001,3	-	3.076,8	-	
Total Cultivos		94,5	-	301,1	-	132,1	-	463,9	-	397,5	-	4.470,0	-	5.859,1	-	
Bosque Nativo		0,0	0,0	0,4	0,1	5,2	1,8	8,3	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	13,9	0,2	
Indirectamente productiva		22,0	15,6	21,6	3,9	5,2	1,8	9,1	0,8	37,9	3,1	70,2	1,5	166,0	2,1	
Sin uso potencialmente Regable		22,7	16,1	219,9	39,8	133,1	44,9	544,4	50,3	776,0	64,1	0,0	0,0	1.696,1	21,7	
Improductiva		1,5	1,1	9,9	1,8	20,8	7,0	57,3	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	89,4	1,1	
Total Predial		140,7	100,0	552,9	100,0	296,4	100,0	1.083,0	100,0	1.211,4	100,0	4.540,2	100,0	7.824,5	100,0	

Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta simple y listado de usuarios REA CIREN-SII.

**Cuadro 9-60: Uso del suelo Situación Actual
predios expandidos –total predios
Zona 2**

Tipo	Rubro	Cultivos	E1		E2		E3		E4		E5 (*)		E6 (*)		Total	
			ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Riego	Cultivos Anuales	Chacra	6,7	24,6	31,2	33,5	10,3	28,6	10,3	55,6	0,0	0,0	0,0	-	58,6	16,3
		Hortalizas	2,3	8,6	5,4	5,8	3,1	8,6	0,0	0,0	102,8	55,6	0,0	-	113,6	31,5
		Maíz	0,6	2,1	0,4	0,4	2,6	7,1	0,0	0,0	41,1	22,2	0,0	-	44,7	12,4
		Papa	0,6	2,2	1,6	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	2,2	0,6
		Poroto	0,6	2,2	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	1,0	0,3
	Frutales	Cerezo	0,8	3,1	8,8	9,4	1,3	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	10,9	3,0
		Huerto Frutal	7,6	27,8	14,9	16,0	5,7	15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	28,2	7,8
		Limonero	2,0	7,3	5,4	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	20,6	11,1	0,0	-	28,0	7,8
		Nogal	0,7	2,6	2,4	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	3,1	0,9
		Olivo	1,9	6,9	5,7	6,1	2,8	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	10,4	2,9
		Otros Frutales	1,4	5,2	3,0	3,2	1,3	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	5,7	1,6
		Palto	2,0	7,4	14,2	15,2	9,0	25,0	8,2	44,4	20,6	11,1	0,0	-	54,0	15,0
	Total Riego		27,4	100,0	93,3	100,0	36,1	100,0	18,5	100,0	185,0	100,0	0,0	-	360,2	100,0
Secano	Cultivos	1,4	6,6	6,6	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1	0,2	
	Praderas	1,7	8,0	24,0	13,3	42,5	24,4	63,4	28,5	0,0	0,0	4.285,1	100,0	4.416,8	86,1	
	Vides y Otros Frutales	18,7	85,4	150,4	83,1	131,4	75,6	159,0	71,5	246,6	100,0	0,0	0,0	706,0	13,8	
	Total Secano	21,8	100,0	181,0	100,0	173,9	100,0	222,4	100,0	246,6	100,0	4.285,1	100,0	5.130,9	100,0	
Forestal		0,9	-	29,3	-	35,9	-	140,1	-	0,0	-	8.756,5	-	8.962,5	-	
Total Cultivos		50,1	-	303,6	-	245,8	-	381,0	-	431,6	-	13.041,5	-	14.453,7	-	
Bosque Nativo		0,7	1,0	8,5	1,9	42,6	11,6	53,6	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	105,3	0,7	
Indirectamente productiva		13,7	19,0	56,0	12,2	23,7	6,5	19,8	3,1	41,1	3,1	204,9	1,5	359,2	2,2	
Sin uso potencialmente Regable		7,7	10,6	70,3	15,3	48,4	13,2	158,6	24,7	842,6	64,1	0,0	0,0	1.127,6	7,0	
Improductiva		0,0	0,0	19,5	4,3	5,2	1,4	28,8	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	53,5	0,3	
Total Predial		72,2	100,0	457,9	100,0	365,6	100,0	641,8	100,0	1.315,3	100,0	13.246,5	100,0	16.099,3	100,0	

(*) Estructura predial porcentual replicada de los estratos de la Zona 1.

Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta simple y listado de usuarios REA CIREN-SII.

**Cuadro 9-61: Uso del suelo Situación Actual
total comuna Ránquil**

Tipo	Rubro	Cultivos	Zona 1		Zona 2		Total	
			ha	%	ha	%	ha	%
Riego	Cultivos Anuales	Chacra	51,6	9,5	58,6	16,3	110,1	12,2
		Hortalizas	180,7	33,1	113,6	31,5	294,3	32,5
		Maíz	53,9	9,9	44,7	12,4	98,5	10,9
		Papa	2,6	0,5	2,2	0,6	4,8	0,5
		Poroto	2,5	0,5	1,0	0,3	3,5	0,4
	Frutales	Cerezo	35,2	6,5	10,9	3,0	46,2	5,1
		Huerto Frutal	64,2	11,8	28,2	7,8	92,4	10,2
		Limonero	22,0	4,0	28,0	7,8	49,9	5,5
		Nogal	56,1	10,3	3,1	0,9	59,1	6,5
		Olivo	37,6	6,9	10,4	2,9	48,0	5,3
		Otros Frutales	5,6	1,0	5,7	1,6	11,3	1,2
		Palto	33,3	6,1	54,0	15,0	87,4	9,6
	Total Riego		545,3	100,0	360,2	100,0	905,5	100,0
Secano	Cultivos	55,8	2,5	8,1	0,2	63,8	0,9	
	Praderas	1.478,4	66,1	4.416,8	86,1	5.895,2	80,0	
	Vides y Otros Frutales	702,8	31,4	706,0	13,8	1.408,9	19,1	
	Total Secano	2.237,0	100,0	5.130,9	100,0	7.367,9	100,0	
Forestal		3.076,8	-	8.962,5	-	12.039,3	-	
Total Cultivos		5.859,1	-	14.453,7	-	20.312,8	-	
Bosque Nativo		13,9	0,2	105,3	0,7	119,2	0,5	
Indirectamente productiva		166,0	2,1	359,2	2,2	525,2	2,2	
Sin uso potencialmente Regable		1.696,1	21,7	1.127,6	7,0	2.823,7	11,8	
Improductiva		89,4	1,1	53,5	0,3	142,9	0,6	
Total Predial		7.824,5	100,0	16.099,3	100,0	23.923,8	100,0	

Fuente: Elaboración propia a partir de encuesta simple y listado de usuarios REA CIREN-SII.

9.4.5. Demandas Actuales de Agua para Uso en Riego

9.4.5.1. Aspectos Generales

El requerimiento de agua por parte de un cultivo depende de factores, tales como su evapotranspiración, la eficiencia de riego y de la cantidad de precipitaciones, entre otros. A continuación, se presenta la metodología y cálculo de las demandas de agua para los cultivos en la Situación Actual.

9.4.5.2. Evapotranspiración Potencial y Real

La Evapotranspiración potencial (ETo) representa lo evapotranspirado por un cultivo de referencia, generalmente una pradera o cereal, de siembra densa, el que se mantiene con alto contenido de humedad, sano, etc. En esas condiciones, la ETo es función de la demanda atmosférica y, por ende, puede estimarse sobre la base de parámetros climáticos.

Los valores de la ETo se han obtenido a partir del estudio Agroclimático (Capítulo 3). Cabe destacar que la Zona 1 del área de estudio se encuentra representada por el distrito agroclimático **8-7-3 Cauquenes**, mientras que el agroclima de la Zona 2 es el resultado del promedio entre los distritos **7-8-2 Empedrado y 8-9-2 Curanilahue**.

Los valores mensuales de ETo se presentan en el Cuadro 9-62.

Cuadro 9-62: Evapotranspiración potencial (mm/mes)

Zona	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	TOTAL
1	122,6	86,3	59,6	49,9	59,6	86,3	122,7	159,0	185,7	195,4	185,7	159,0	1.471,8
2	106,3	76,8	55,1	47,2	55,1	76,8	106,4	135,9	157,5	165,5	157,5	135,9	1.275,6

Fuente: Estudio de recursos hídricos (Capítulo 5).

Paralelamente, se han determinado para cada cultivo los Coeficientes de Cultivo mensuales (Kc). Estos se basaron en los estudios FAO Irrigation and Drainage Paper 56, denominado "Crop Evapotranspiration Guidelines for computing crop water requirements" (1998), además de ajustes realizados por el equipo de trabajo según las características de los cultivos en el área de estudio. El Cuadro 9-63 muestra estos coeficientes Kc utilizados en el presente estudio.

Cuadro 9-63: Coeficientes de cultivo Kc

Rubro	Cultivos	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Cultivos Anuales	Chacra							0,30	0,55	0,73	1,15	0,75	0,30
	Hortalizas							0,38	0,42	1,00	1,12	0,98	0,74
	Maíz							0,40	0,65	0,95	1,10	0,85	0,60
	Papa							0,38	0,42	1,00	1,12	0,98	0,74
	Poroto							0,30	0,55	0,73	1,15	0,75	0,30
Frutales	Cerezo						0,50	0,70	0,85	0,90	0,70	0,60	0,30
	Huerto Frutal						0,30	0,50	0,71	0,92	0,97	0,70	0,40
	Limonero	0,75	0,70	0,60	0,55	0,60	0,70	0,75	0,80	0,90	0,90	0,80	0,80
	Nogal	0,40					0,40	0,55	0,75	0,90	0,95	0,80	0,65
	Olivo	0,30	0,20				0,30	0,50	0,70	0,90	0,95	0,70	0,30
	Otros Frutales						0,50	0,70	0,85	0,90	0,70	0,60	0,30
	Palto	0,75	0,65	0,60	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80	0,95	0,95	0,90	0,85

Fuente: Elaboración propia, a partir de FAO (1998) y CNR (2017).

Por último, conociendo los valores de Kc, ajustados según los criterios antes mencionados, junto con los valores de ETo ya descritos, se calcula la Evapotranspiración Real de los cultivos (ETc), tal como se expresa a continuación en el Cuadro 9-64 y Cuadro 9-65.

Cuadro 9-64: Evapotranspiración real (mm/mes)**Zona 1**

TIPO	CULTIVO	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Cultivos Anuales	Chacra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,8	87,5	135,6	224,7	139,3	47,7	671,6
	Hortalizas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,6	66,8	185,7	218,8	182,0	117,7	817,6
	Maíz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,1	103,4	176,4	214,9	157,8	95,4	797,0
	Papa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,6	66,8	185,7	218,8	182,0	117,7	817,6
	Poroto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,8	87,5	135,6	224,7	139,3	47,7	671,6
Frutales	Cerezo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,2	85,9	135,2	167,1	136,8	111,4	47,7	727,3
	Huerto Frutal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,9	61,4	112,9	170,8	189,5	130,0	63,6	754,1
	Limonero	92,0	60,4	35,8	27,4	35,8	60,4	92,0	127,2	167,1	175,9	148,6	127,2	1.149,8
	Nogal	49,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,5	67,5	119,3	167,1	185,6	148,6	103,4	875,0
	Olivo	36,8	17,3	0,0	0,0	0,0	25,9	61,4	111,3	167,1	185,6	130,0	47,7	783,1
	Otros Frutales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,2	85,9	135,2	167,1	136,8	111,4	47,7	727,3
	Palto	92,0	56,1	35,8	29,9	35,8	60,4	92,0	127,2	176,4	185,6	167,1	135,2	1.193,5

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 9-65: Evapotranspiración real (mm/mes)
Zona 2**

TIPO	CULTIVO	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Cultivos Anuales	Chacra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,9	74,7	115,0	190,3	118,1	40,8	570,8
	Hortalizas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,4	57,1	157,5	185,3	154,4	100,5	695,2
	Maíz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,5	88,3	149,6	182,0	133,9	81,5	677,8
	Papa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,4	57,1	157,5	185,3	154,4	100,5	695,2
	Poroto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,9	74,7	115,0	190,3	118,1	40,8	570,8
Frutales	Cerezo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,4	74,4	115,5	141,8	115,8	94,5	40,8	621,2
	Huerto Frutal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	53,2	96,5	144,9	160,5	110,3	54,3	642,7
	Limonero	79,7	53,7	33,1	25,9	33,1	53,7	79,8	108,7	141,8	148,9	126,0	108,7	993,1
	Nogal	42,5	0,0	0,0	0,0	0,0	30,7	58,5	101,9	141,8	157,2	126,0	88,3	746,9
	Olivo	31,9	15,4	0,0	0,0	0,0	23,0	53,2	95,1	141,8	157,2	110,3	40,8	668,7
	Otros Frutales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,4	74,4	115,5	141,8	115,8	94,5	40,8	621,2
	Palto	79,7	49,9	33,1	28,3	33,1	53,7	79,8	108,7	149,6	157,2	141,8	115,5	1.030,4

Fuente: Elaboración propia.

9.4.5.3. Demanda Neta de Agua de Riego

Para determinar la demanda neta de agua de riego, es necesario en primer lugar conocer la precipitación efectiva en el área en estudio. Ésta corresponde a la fracción de la precipitación total que puede ser aprovechada por el cultivo. La fracción que no es utilizada puede perderse en forma de escorrentía superficial, percolación profunda o evaporación.

La fórmula utilizada para transformar precipitación total en efectiva es la siguiente (FAO 1993):

$$P_{ef} = \begin{cases} 0,6 * pp - 10 & pp < 70 \text{ mm} \\ 0,8 * pp - 24 & pp > 70 \text{ mm} \end{cases}$$

Donde:

P_{ef} : Precipitación efectiva mensual

PP : Precipitación media mensual

La precipitación efectiva se presenta en el Cuadro 9-66.

Cuadro 9-66: Precipitación media y efectiva (mm/mes)

Parámetro	Zona	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	TOTAL
PP	1	65,3	146,8	171,3	130,5	97,9	65,3	48,9	24,5	24,5	8,2	16,3	16,3	815,8
	2	89,9	196,3	248,8	187,7	170,5	97,8	73,4	44,6	36,7	20,2	24,5	32,4	1.222,5
Pef	1	29,0	93,0	113,0	80,0	54,0	29,0	19,0	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0	427,0
	2	48,0	133,0	175,0	126,0	112,0	54,0	35,0	17,0	12,0	2,0	5,0	9,0	728,0

Fuente: Estudio de recursos hídricos (Capítulo 5).

Una vez conocida la precipitación efectiva, se restó a la Evapotranspiración Real (ETr) obtenida en el punto anterior, obteniendo la Demanda Neta de cultivo, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Dn = ETr - Pef$$

Dónde:

Dn es la demanda neta de cultivo (mm)

Etr es la Evapotranspiración real (mm), y

Pef es la precipitación efectiva (mm)

Dicha información se muestra en el Cuadro 9-67 y Cuadro 9-68.

Cuadro 9-67: Demanda neta de agua por rubro (mm/mes) Zona 1

TIPO	CULTIVO	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Cultivos Anuales	Chacra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,8	82,5	130,6	224,7	139,3	47,7	642,6
	Hortalizas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,6	61,8	180,7	218,8	182,0	117,7	788,6
	Maíz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,1	98,4	171,4	214,9	157,8	95,4	768,0
	Papa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,6	61,8	180,7	218,8	182,0	117,7	788,6
	Poroto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,8	82,5	130,6	224,7	139,3	47,7	642,6
Frutales	Cerezo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,2	66,9	130,2	162,1	136,8	111,4	47,7	669,3
	Huerto Frutal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,4	107,9	165,8	189,5	130,0	63,6	699,2
	Limonero	63,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	73,0	122,2	162,1	175,9	148,6	127,2	903,4
	Nogal	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	48,5	114,3	162,1	185,6	148,6	103,4	788,0
	Olivo	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,4	106,3	162,1	185,6	130,0	47,7	681,9
	Otros Frutales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,2	66,9	130,2	162,1	136,8	111,4	47,7	669,3
	Palto	63,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,4	73,0	122,2	171,4	185,6	167,1	135,2	948,9

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-68: Demanda neta de agua por rubro (mm/mes)
Zona 2

TIPO	CULTIVO	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Cultivos Anuales	Chacra	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57,7	103,0	188,3	113,1	31,8	493,9
	Hortalizas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	40,1	145,5	183,3	149,4	91,5	615,2
	Maíz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	71,3	137,6	180,0	128,9	72,5	597,8
	Papa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	40,1	145,5	183,3	149,4	91,5	615,2
	Poroto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57,7	103,0	188,3	113,1	31,8	493,9
Frutales	Cerezo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,4	98,5	129,8	113,8	89,5	31,8	502,8
	Huerto Frutal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,2	79,5	132,9	158,5	105,3	45,3	539,7
	Limonero	31,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,8	91,7	129,8	146,9	121,0	99,7	665,6
	Nogal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,5	84,9	129,8	155,2	121,0	79,3	593,7
	Olivo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,2	78,1	129,8	155,2	105,3	31,8	518,4
	Otros Frutales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,4	98,5	129,8	113,8	89,5	31,8	502,8
	Palto	31,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,8	91,7	137,6	155,2	136,8	106,5	704,3

Fuente: Elaboración propia.

9.4.5.4. Eficiencias de Riego

En el presente acápite se analizan las eficiencias de riego para los distintos métodos utilizados en el área de estudio.

Las eficiencias de riego prediales del área de estudio se determinaron tomando como base los parámetros utilizados en los manuales y estudios de la Comisión Nacional de Riego, los que además son considerados en los concursos de fomento al riego (Ley 18.450). Los valores corresponden a los que se producen a nivel potrero y varían según el método de riego utilizado, sea éste gravitacional o tecnificado (Cuadro 9-69).

Cuadro 9-69: Eficiencias de riego por método utilizadas en el área de estudio

Eficiencia de riego						
Tendido	Manguera	Surcos	Tazas	Microaspersión	Cintas	Goteo
0,30	0,55 (*)	0,45	0,65	0,75	0,90	0,90

(*) En este caso se adoptó una eficiencia intermedia entre los métodos de tendido y surcos.

Fuente: Elaboración propia a partir de ITT-02 (CNR, 2015).

En base a lo anterior se estableció una eficiencia promedio ponderada para cada cultivo y sector en función de la presencia actual que los distintos sistemas de riego tienen en términos de superficie.

Cuadro 9-70: Eficiencia de riego ponderada Situación Actual

Zona	Rubro	Cultivos	Proporción Métodos (%)							Ef Prom
			Tendido	Manguera	Surcos	Tazas	Microaspersión	Cintas	Goteo	
1		Chacra	2,01	0,00	96,13	0,00	0,00	1,86	0,00	0,455

Cuadro 9-70: Eficiencia de riego ponderada Situación Actual

Zona	Rubro	Cultivos	Proporción Métodos (%)						Ef Prom	
			Tendido	Manguera	Surcos	Tazas	Microaspersión	Cintas		Goteo
2	Cultivos Anuales	Hortalizas	0,00	0,00	60,73	0,00	0,00	34,64	4,63	0,627
		Maíz	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,450
		Papa	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,450
		Poroto	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,450
	Frutales	Cerezo	1,23	0,00	4,90	12,25	0,00	0,00	81,62	0,840
		Huerto Frutal	15,70	0,00	3,88	38,38	0,00	0,00	42,04	0,692
		Limonero	28,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	71,04	0,726
		Nogal	15,21	0,00	12,73	2,03	16,62	0,00	53,41	0,721
		Olivo	18,64	0,00	0,00	22,18	0,00	0,00	59,18	0,733
		Otros Frutales	6,23	0,00	0,00	24,91	0,00	0,00	68,86	0,800
		Palto	0,00	0,00	6,46	5,97	0,00	0,00	87,56	0,856
	Cultivos Anuales	Chacra	15,02	3,00	64,97	0,00	8,73	0,00	8,28	0,494
		Hortalizas	6,94	15,98	48,74	0,00	0,00	7,30	21,03	0,583
		Maíz	24,13	0,00	75,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,414
Papa		23,78	0,00	0,00	0,00	76,22	0,00	0,00	0,643	
Poroto		48,23	0,00	32,48	0,00	19,29	0,00	0,00	0,436	
Frutales		Cerezo	0,00	0,00	16,18	3,10	0,00	0,00	80,73	0,819
		Huerto Frutal	1,34	3,22	15,96	19,01	4,51	0,00	55,96	0,755
		Limonero	23,39	7,02	0,00	1,87	0,00	0,00	67,72	0,730
		Nogal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,900
		Olivo	5,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	94,30	0,866
	Otros Frutales	12,91	0,00	35,48	0,00	0,00	13,58	38,03	0,663	
Palto	8,24	0,00	6,42	0,00	0,00	0,00	85,34	0,822		

Fuente: Elaboración propia.

9.4.5.5. Tasas de Riego

Finalmente, los requerimientos totales de agua por unidad de superficie o Tasas de Riego (Tr), resultan de la división de las demandas netas (Dn) y la eficiencia de aplicación (Ea), multiplicado por un factor de conversión de unidades (que en este caso es igual a 10 y se usa para convertir mm en m^3/ha), tal como lo muestra la siguiente expresión:

$$Tr = 10 * \frac{Dn}{Ea}$$

Dónde:

Tr es la Tasa de Riego en $m^3/ha/mes$

Dn es la demanda neta de cultivo en mm/mes, y

Ea es la eficiencia de aplicación de riego

En el Cuadro 9-71 y Cuadro 9-72 se presentan la tasa de riego por sector y cultivo.

Cuadro 9-71: Tasas de riego Situación Actual (m³/ha/mes)
Zona 1

TIPO	CULTIVO	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Cultivos Anuales	Chacra	0	0	0	0	0	0	391	1.812	2.868	4.935	3.059	1.048	14.113
	Hortalizas	0	0	0	0	0	0	440	986	2.883	3.491	2.904	1.878	12.582
	Maíz	0	0	0	0	0	0	669	2.187	3.809	4.776	3.507	2.120	17.068
	Papa	0	0	0	0	0	0	613	1.373	4.016	4.862	4.044	2.616	17.524
	Poroto	0	0	0	0	0	0	396	1.833	2.902	4.993	3.096	1.060	14.280
Frutales	Cerezo	0	0	0	0	0	169	796	1.550	1.930	1.629	1.326	568	7.968
	Huerto Frutal	0	0	0	0	0	0	612	1.558	2.395	2.737	1.878	919	10.099
	Limonero	868	0	0	0	0	432	1.005	1.683	2.232	2.422	2.046	1.752	12.440
	Nogal	277	0	0	0	0	76	672	1.584	2.247	2.573	2.060	1.433	10.922
	Olivo	106	0	0	0	0	0	579	1.451	2.212	2.533	1.774	651	9.306
	Otros Frutales	0	0	0	0	0	177	836	1.627	2.025	1.709	1.392	596	8.362
	Palto	736	0	0	0	0	0	367	853	1.428	2.002	2.168	1.952	11.085

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 9-72: Tasas de riego situación actual (m³/ha/mes)
Zona 2**

TIPO	CULTIVO	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Cultivos Anuales	Chacra	0	0	0	0	0	0	0	1.168	2.085	3.812	2.290	644	9.999
	Hortalizas	0	0	0	0	0	0	93	688	2.495	3.144	2.562	1.569	10.551
	Maíz	0	0	0	0	0	0	181	1.723	3.325	4.350	3.115	1.752	14.446
	Papa	0	0	0	0	0	0	84	624	2.263	2.851	2.323	1.423	9.568
	Poroto	0	0	0	0	0	0	0	1.325	2.365	4.323	2.597	730	11.340
Frutales	Cerezo	0	0	0	0	0	0	481	1.202	1.584	1.389	1.092	388	6.136
	Huerto Frutal	0	0	0	0	0	0	241	1.054	1.761	2.101	1.395	600	7.152
	Limonero	434	0	0	0	0	0	613	1.255	1.777	2.011	1.657	1.365	9.112
	Nogal	0	0	0	0	0	0	261	943	1.442	1.724	1.344	881	6.595
	Olivo	0	0	0	0	0	0	210	902	1.499	1.793	1.216	367	5.987
	Otros Frutales	0	0	0	0	0	0	594	1.486	1.958	1.717	1.350	480	7.585
	Palto	386	0	0	0	0	0	545	1.116	1.675	1.889	1.665	1.296	8.572

Fuente: Elaboración propia.

9.4.5.6. Demanda Bruta y Tasa de Riego Ponderada

La demanda bruta de agua se calculó mes a mes y resulta de multiplicar la tasa de riego mensual de cada cultivo por su respectiva superficie, para luego sumar esos resultados y obtener un total mensual para el área de estudio. La demanda bruta por cultivo se obtiene como se indica a continuación:

$$Db_{ci} = Tr_{ci} S_{ci}$$

Dónde:

Db_{ci} es la demanda bruta del Cultivo "i" en m³/mes

Tr_{ci} es la tasa de riego del cultivo "i" m³/ha/mes, y

S_{ci} es la superficie del cultivo "i" en ha

Posteriormente se suman todas las demandas brutas de los distintos cultivos, obteniendo una Demanda Bruta Total en m³/mes, tal como se muestra a continuación:

$$Db_T = \sum Db_{ci}$$

Dónde:

Db_T es la demanda bruta total en m³/mes, y

Db_{ci} es la demanda bruta del Cultivo "i" en m³/mes

Finalmente, se calcula la Tasa de Riego Ponderada, la cual se obtiene dividiendo la Demanda Bruta Total por sector por la Superficie de riego total, tal como se indica a continuación.

$$Trp = \frac{Db_T}{S_T}$$

Dónde:

Trp es la tasa de riego ponderada en m³/ha/mes

Db_T es la demanda bruta total en m³/mes

S_T es la superficie de riego total en ha

Desde el Cuadro 9-73 y Cuadro 9-74 se presentan las demandas brutas para la superficie actual y la tasa de riego ponderada por zona para los usuarios PRODESAL. Además en el Cuadro 9-75 y Cuadro 9-76 se presentan las demandas brutas para el total de los predios en cada Zona, en base la información predial del REA CIREN-SII.

**Cuadro 9-73: Demanda bruta actual (m³/mes) y tasa de riego ponderada (m³/ha/mes)
usuarios PRODESAL - Zona 1**

TIPO	CULTIVO	Sup (ha)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL	
Cultivos Anuales	Chacra	22,1	0	0	0	0	0	0	8.639	40.036	63.369	109.039	67.589	23.156	311.828	
	Hortalizas	40,0	0	0	0	0	0	0	17.608	39.458	115.371	139.702	116.212	75.154	503.505	
	Maíz	10,2	0	0	0	0	0	0	6.823	22.304	38.846	48.708	35.766	21.621	174.066	
	Papa	1,0	0	0	0	0	0	0	621	1.390	4.066	4.922	4.094	2.648	17.741	
	Poroto	1,2	0	0	0	0	0	0	456	2.112	3.344	5.754	3.568	1.222	16.457	
Frutales	Cerezo	13,0	0	0	0	0	0	2.197	10.347	20.148	25.088	21.175	17.237	7.383	103.576	
	Huerto Frutal	24,6	0	0	0	0	0	0	15.077	38.382	59.001	67.427	46.265	22.640	248.791	
	Limonero	3,5	3.034	0	0	0	0	1.510	3.513	5.882	7.801	8.465	7.151	6.124	43.480	
	Nogal	18,3	5.062	0	0	0	0	1.389	12.280	28.945	41.060	47.017	37.643	26.185	199.579	
	Olivo	15,4	1.630	0	0	0	0	0	8.901	22.307	34.006	38.941	27.272	10.008	143.064	
	Otros Frutales	2,6	0	0	0	0	0	453	2.138	4.160	5.178	4.370	3.559	1.524	21.380	
	Palto	8,9	6.529	0	0	0	0	3.256	7.567	12.667	17.759	19.232	17.315	14.007	98.331	
TOTAL (m3/mes)		160,7	16.254	0	0	0	0	8.804	93.968	237.791	414.889	514.752	383.671	211.671	1.881.799	
TOTAL (L/s)			6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	35,1	91,7	154,9	192,2	148,0	79,0	-
Tasa de Riego Área de Estudio (m3/ha/mes)			101	0	0	0	0	0	55	585	1.480	2.582	3.204	2.388	1.317	11.712

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 9-74: Demanda bruta actual (m³/mes) y tasa de riego ponderada (m³/ha/mes)
usuarios PRODESAL - Zona 2**

TIPO	CULTIVO	Sup (ha)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Cultivos Anuales	Chacra	16,5	0	0	0	0	0	0	0	19.316	34.481	63.042	37.871	10.650	165.360
	Hortalizas	3,4	0	0	0	0	0	0	316	2.337	8.475	10.680	8.703	5.330	35.840
	Maíz	1,0	0	0	0	0	0	0	177	1.684	3.250	4.252	3.045	1.712	14.119
	Papa	0,7	0	0	0	0	0	0	62	464	1.683	2.120	1.728	1.058	7.116
	Poroto	0,4	0	0	0	0	0	0	0	486	867	1.585	952	268	4.158
Frutales	Cerezo	3,4	0	0	0	0	0	0	1.648	4.119	5.428	4.760	3.742	1.330	21.026
	Huerto Frutal	9,2	0	0	0	0	0	0	2.207	9.650	16.124	19.237	12.773	5.494	65.483
	Limonero	2,5	1.094	0	0	0	0	0	1.545	3.163	4.479	5.068	4.176	3.440	22.965
	Nogal	1,0	0	0	0	0	0	0	271	980	1.498	1.791	1.396	915	6.852
	Olivo	3,2	0	0	0	0	0	0	678	2.910	4.836	5.785	3.923	1.184	19.316
	Otros Frutales	1,8	0	0	0	0	0	0	1.085	2.714	3.577	3.136	2.466	877	13.855
	Palto	8,6	3.335	0	0	0	0	0	4.708	9.641	14.470	16.319	14.383	11.196	74.051
TOTAL (m3/mes)			4.428	0	0	0	0	0	12.697	57.464	99.167	137.774	95.158	43.454	450.143
TOTAL (L/s)		51,9	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	22,2	37,0	51,4	36,7	16,2	-
Tasa de Riego Área de Estudio (m3/ha/mes)			85	0	0	0	0	0	245	1.108	1.912	2.657	1.835	838	8.681

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 9-75: Demanda bruta actual (m³/mes) y tasa de riego ponderada (m³/ha/mes)
total predios - Zona 1**

TIPO	CULTIVO	Sup (ha)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Cultivos Anuales	Chacra	51,6	0	0	0	0	0	0	20.212	93.688	148.293	255.181	158.193	54.192	729.758
	Hortalizas	180,7	0	0	0	0	0	0	86.734	194.428	568.468	688.269	572.624	370.245	2.480.769
	Maíz	53,9	0	0	0	0	0	0	36.037	117.807	205.180	257.269	188.912	114.198	919.404
	Papa	2,6	0	0	0	0	0	0	1.594	3.570	10.441	12.641	10.514	6.801	45.560
	Poroto	2,5	0	0	0	0	0	0	1.002	4.639	7.344	12.635	7.835	2.682	36.136
Frutales	Cerezo	35,2	0	0	0	0	0	5.814	27.450	53.420	66.528	56.133	45.703	19.557	274.604
	Huerto Frutal	64,2	0	0	0	0	0	0	37.966	96.618	148.460	169.659	116.404	56.917	626.023
	Limonero	22,0	16.688	0	0	0	0	8.322	19.345	32.366	42.928	46.595	39.371	33.684	239.300
	Nogal	56,1	15.138	0	0	0	0	4.149	36.780	86.623	122.898	140.671	112.638	78.381	597.278
	Olivo	37,6	4.063	0	0	0	0	0	22.121	55.454	84.535	96.799	67.793	24.868	355.633
	Otros Frutales	5,6	0	0	0	0	0	970	4.576	8.906	11.091	9.357	7.619	3.260	45.779
	Palto	33,3	23.943	0	0	0	0	11.938	27.745	46.486	65.193	70.595	63.559	51.421	360.880
TOTAL (m3/mes)			59.832	0	0	0	0	31.193	321.561	794.004	1.481.358	1.815.806	1.391.163	816.206	6.711.124
TOTAL (L/s)		545,3	23,1	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	120,1	306,3	553,1	677,9	536,7	304,7	-
Tasa de Riego Área de Estudio (m3/ha/mes)			110	0	0	0	0	57	590	1.456	2.717	3.330	2.551	1.497	12.307

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 9-76: Demanda bruta actual (m³/mes) y tasa de riego ponderada (m³/ha/mes)
total predios - Zona 2**

TIPO	CULTIVO	Sup (ha)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL	
Cultivos Anuales	Chacra	58,6	0	0	0	0	0	0	0	69.153	123.434	225.729	135.554	38.119	591.989	
	Hortalizas	113,6	0	0	0	0	0	0	13.292	98.494	357.283	450.097	366.826	224.708	1.510.699	
	Maíz	44,7	0	0	0	0	0	0	7.459	71.066	137.174	179.429	128.508	72.272	595.909	
	Papa	2,2	0	0	0	0	0	0	179	1.323	4.805	6.052	4.934	3.022	20.316	
	Poroto	1,0	0	0	0	0	0	0	0	1.302	2.324	4.250	2.552	718	11.146	
Frutales	Cerezo	10,9	0	0	0	0	0	0	5.323	13.313	17.543	15.379	12.100	4.296	67.953	
	Huerto Frutal	28,2	0	0	0	0	0	0	6.939	30.293	50.657	60.416	40.137	17.262	205.703	
	Limonero	28,0	10.289	0	0	0	0	0	14.510	29.719	42.077	47.612	39.225	32.319	215.752	
	Nogal	3,1	0	0	0	0	0	0	804	2.906	4.444	5.314	4.142	2.715	20.326	
	Olivo	10,4	0	0	0	0	0	0	2.210	9.473	15.750	18.832	12.772	3.860	62.896	
	Otros Frutales	5,7	0	0	0	0	0	0	3.343	8.365	11.018	9.663	7.596	2.699	42.684	
	Palto	54,0	19.930	0	0	0	0	0	28.140	57.631	86.473	97.546	85.987	66.921	442.629	
TOTAL (m3/mes)		360,2	30.219	0	0	0	0	0	82.199	393.039	852.983	1.120.319	840.334	468.910	3.788.003	
TOTAL (L/s)			11,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,7	151,6	318,5	418,3	324,2	175,1	-
Tasa de Riego Área de Estudio (m3/ha/mes)			84	0	0	0	0	0	0	228	1.091	2.368	3.110	2.333	1.302	10.515

Fuente: Elaboración propia.

Además, en el Cuadro 9-77y Cuadro 9-78 se resumen la demanda bruta y las tasas de riego ponderadas de cada zona y el total de los predios PRODESAL y de la comuna.

Cuadro 9-77: Resumen demandas brutas actuales área de estudio (m³/mes)

Usuarios PRODESAL														
Zona	Sup (ha)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
1	160,7	16.254	0	0	0	0	8.804	93.968	237.791	414.889	514.752	383.671	211.671	1.881.799
2	51,9	4.428	0	0	0	0	0	12.697	57.464	99.167	137.774	95.158	43.454	450.143
Total	212,5	20.682	0	0	0	0	8.804	106.665	295.256	514.056	652.526	478.829	255.124	2.331.942
Total Predios Comuna														
Zona	Sup (ha)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
1	545,3	59.832	0	0	0	0	31.193	321.561	794.004	1.481.358	1.815.806	1.391.163	816.206	6.711.124
2	360,2	30.219	0	0	0	0	0	82.199	393.039	852.983	1.120.319	840.334	468.910	3.788.003
Total	905,5	90.051	0	0	0	0	31.193	403.760	1.187.043	2.334.341	2.936.124	2.231.497	1.285.117	10.499.127

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-78: Resumen tasas de riego ponderada actuales área de estudio (m³/ha/mes)

Usuarios PRODESAL														
Zona	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL	
1	101	0	0	0	0	55	585	1.480	2.582	3.204	2.388	1.317	11.712	
2	85	0	0	0	0	0	245	1.108	1.912	2.657	1.835	838	8.681	
Total Predios Comuna														
Zona	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL	
1	110	0	0	0	0	57	590	1.456	2.717	3.330	2.551	1.497	12.307	
2	84	0	0	0	0	0	228	1.091	2.368	3.110	2.333	1.302	10.515	

Fuente: Elaboración propia.

9.4.5.7. Tasas de Riego Ponderada Estratos Prediales

Finalmente, resulta necesario conocer las tasas de riego ponderadas actuales a nivel de estrato de tamaño predial (Cuadro 9-79), las que poseen gran utilidad para caracterizar las áreas de influencia de los proyectos a diseñar en la siguiente Etapa del estudio.

Cuadro 9-79: Tasas de riego ponderada actuales estratos prediales (m³/ha/mes)

Zona	Estrato	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
1	1	66	0	0	0	0	60	634	1.631	2.595	3.235	2.295	1.101	11.618
	2	131	0	0	0	0	62	626	1.584	2.546	3.145	2.293	1.194	11.581
	3	263	0	0	0	0	132	827	1.940	3.077	3.682	2.781	1.614	14.315
	4	63	0	0	0	0	31	525	1.288	2.338	2.782	2.140	1.251	10.418
	5	156	0	0	0	0	78	669	1.551	3.489	4.209	3.416	2.248	15.815
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1	88	0	0	0	0	0	307	1.250	2.186	2.851	2.016	979	9.678
	2	98	0	0	0	0	0	266	1.150	1.939	2.697	1.861	847	8.859
	3	91	0	0	0	0	0	292	1.230	2.165	2.853	2.027	975	9.635
	4	156	0	0	0	0	0	221	1.165	1.951	3.091	2.072	919	9.575
	5 (*)	156	0	0	0	0	78	669	1.551	3.489	4.209	3.416	2.248	15.815
	6 (*)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) Información replicada de los estratos de la Zona 1.

Fuente: Elaboración propia

9.4.6. Caracterización Económica

9.4.6.1. Introducción

Durante la Etapa 2 del presente estudio, se desarrolló en detalle la caracterización productiva de la Situación Actual Agropecuaria del área de estudio, no obstante, la caracterización económica de esta situación, se desarrolla a continuación en la presente Etapa, ya que los contenidos asociados guardan estrecha relación con la caracterización económica de Situación Con Proyecto y el cálculo de los beneficios de los proyectos en estudio y su evaluación económica.

Cabe señalar en esta instancia, que la **Situación Futura Sin Proyecto** es aquella que representa un escenario donde no se realizan las obras proyectadas, sino en vez de esto solamente se refuerzan en la agricultura actual, a través de los mecanismos de asistencia técnica existentes, aspectos relacionados con el manejo agronómico y del riego, los que permiten un incremento en los rendimientos de los cultivos de Situación Actual, asociando a la vez, un aumento en los costos de producción.

No obstante, para el área de estudio, la presente consultoría determina no factible la implementación de dicho escenario dadas las particulares características productivas existentes, que hacen asociación con una tradicional agricultura de autoconsumo estrechamente vinculada a una condición de secano, con una parcialidad menor de agricultura de riego de muy baja tecnología, características que hacen proyectar, ante la ausencia de proyectos de riego que provean de suministro hídrico, una muy baja respuesta productiva a estímulos secundarios que no sean el agua para riego propiamente tal. Es por esta razón que la presente consultoría plantea una Situación Sin Proyecto productiva y económicamente igual a la Situación Actual, razón por la cual, solo se contrastará ésta última, con una Situación Con Proyecto, en un análisis económico que forma la base para la evaluación económica de las obras en estudio.

9.4.6.2. Fichas Técnico Económicas

Se elaboraron fichas o estándares productivos y económicos para los cultivos descritos en el acápite anterior de Caracterización Productiva, representativos de lo que en términos económicos sucede con los márgenes unitarios de los cultivos desarrollados actualmente en el área de estudio, los que constituyen la estructura de cultivos transversal a las 2 situaciones.

Los rendimientos productivos para cada rubro se registraron en base a la información recopilada en la Encuesta Simple Agropecuaria, información que fue complementada con antecedentes bibliográficos provenientes de instituciones vinculadas a la agricultura de la zona, como INDAP, CNR y ODEPA, fuentes y estudios tales como:

- <https://www.indap.gob.cl/fichas-tecnicas/valparaiso>
- <https://www.odepa.gob.cl/fichas-de-costos>
- <http://www.manualfitosanitarioafipa.cl/manualafipa/>

- DT-16 Diagnóstico perfil agroeconómico mediante estándares de producción, CNR 2013.
- Manual de Producción de Hortalizas. Prodecop-Fida-INIA-INDAP. 1998.
- Cultivo de Hortalizas, Vicente Giaconi y Moisés Escaff, 1988.

Las fichas han sido construidas sobre la base de una selección de coeficientes técnicos extraídos de información secundaria, tal como lo indican los Términos de Referencia del presente estudio. Estos coeficientes reflejan el uso de recursos bajo situaciones de manejo tecnológico adecuado al área de estudio. Considerando la existencia de distintas posibilidades de manejo técnico por rubro productivo, se ha escogido a juicio de experto, aquellas que parecen más representativas para la zona estudiada. Las referencias a nombres comerciales para algunos insumos son sólo indicativas, sin representar una selección o recomendación especial.

Los precios de mano de obra corresponden a los valores actuales pagados en la zona; en tanto los precios asociados a las labores de maquinaria agrícola e insumos, se desprenden de los valores informados en las fichas técnicas consultadas, con una actualización por IPC al presente año. Los estándares incluyen las principales características de cada uno de los rubros identificados, excepto los costos de inversión y mantención de los sistemas de riego tecnificados, en los casos de riego.

En términos generales se han considerado los siguientes aspectos en cada patrón:

- Labores e insumos
- Mano de obra
- Maquinaria
- Tracción animal
- Insumos físicos
- Fletes y envases
- Imprevistos
- Rendimientos

Los costos de los insumos no contemplan I.V.A. y han sido aproximados a la fracción superior, eliminando los decimales resultantes en las operaciones aritméticas.

Se ha considerado en todos los costos directos, de cada uno de los rubros, un costo por concepto de imprevistos, el que asciende a un 5% de los costos directos en que se ha incurrido. Las fichas técnicas de cultivo incluyen información sobre ingreso bruto, costos directos y margen bruto.

Los patrones se elaboraron a precios de mercado y social; para este último, se consideraron las normas impartidas por MIDESO, aplicando los factores de ajuste social para cada ítem.

El objetivo del cálculo de los precios sociales de los factores básicos de producción es contar con valores que reflejen el verdadero costo para la sociedad de utilizar unidades adicionales de estos factores durante la ejecución y operación de un proyecto de inversión.

Los coeficientes determinados por MIDESO, vigentes desde el año 2008 y cuyo monto varía según el ítem, se detallan a continuación:

- Mano de obra No Calificada: 0,620
- Insumo importado: 1,010
- Insumo nacional: 1,000
- Maquinaria importada: 1,007
- Maquinaria nacional: 1,000
- Producto nacional: 1,000
- Producto de exportación: 1,010

Las fichas técnico-económicas de cultivos se presentan en el Anexo 9-12.

9.4.6.3. Ingreso, Costos y Margen Bruto

El Cuadro 9-80 presenta un resumen de los ingresos y costos por hectárea de las fichas técnico-económicas elaboradas para el presente estudio para la Situación Actual.

La información del cuadro se sustenta, como se comentó anteriormente, en fichas técnicas de diversas fuentes secundarias y estudios anteriores, ajustadas a la realidad local en base al diagnóstico de terreno, usando a la vez, para efectos de determinar valores para todos los años productivos; curvas logísticas de crecimiento productivo, provenientes de información secundaria y de otros estudios, de manera de obtener márgenes desde el establecimiento hasta el año de plena producción en cultivos multianuales (frutales).

Cuadro 9-80: Ingreso, costo directo y margen bruto por hectárea de rubros productivos Situación Actual (Precios abril 2021)

Cultivo	Año	Nivel Tecnológico	Precios de mercado (\$)			Precios sociales (\$)		
			Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
Papa	1	Bajo	3.500.000	1.409.066	2.090.934	3.500.000	1.093.768	2.406.232
Poroto	1	Bajo	1.500.000	1.082.718	417.282	1.500.000	825.448	674.552
Maíz Choclo	1	Bajo	2.500.000	1.166.476	1.333.524	2.500.000	899.727	1.600.273
Hortalizas (tomate)	1	Medio	17.500.000	13.411.928	4.088.072	17.500.000	11.872.557	5.627.443
Chacra (lechuga)	1	Bajo	2.210.000	1.700.761	509.239	2.210.000	1.287.826	922.174
Pradera mixta (Secano)	1	Bajo	467.500	558.588	-91.088	467.500	489.119	-21.619
	2 a 6	Bajo	595.000	252.403	342.597	595.000	181.175	413.825
Pradera natural (Secano)	1	Bajo	297.500	196.474	101.026	297.500	168.702	128.798
Vid vinífera (Secano)	0	Bajo	0	2.133.013	-2.133.013	0	1.935.212	-1.935.212
	1	Bajo	0	205.468	-205.468	0	165.474	-165.474

Cuadro 9-80: Ingreso, costo directo y margen bruto por hectárea de rubros productivos Situación Actual (Precios abril 2021)

Cultivo	Año	Nivel Tecnológico	Precios de mercado (\$)			Precios sociales (\$)		
			Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
	2	Bajo	0	456.640	-456.640	0	402.908	-402.908
	3	Bajo	320.000	575.514	-255.514	320.000	457.386	-137.386
	4	Bajo	720.000	712.723	7.277	720.000	568.345	151.655
	5 a 20	Bajo	960.000	888.507	71.493	960.000	689.681	270.319
Limón	0	Bajo	0	1.308.223	-1.308.223	0	1.169.425	-1.169.425
	1 y 2	Bajo	0	663.075	-663.075	0	632.210	-632.210
	3 y 4	Bajo	1.125.000	1.610.400	-485.400	1.125.000	1.254.546	-129.546
	5 y 6	Bajo	3.375.000	2.833.135	541.865	3.375.000	2.055.887	1.319.113
	7 a 20	Bajo	6.750.000	4.128.434	2.621.566	6.750.000	2.894.298	3.855.702
Nogal	0	Bajo	0	1.904.639	-1.904.639	0	1.788.851	-1.788.851
	1	Bajo	0	359.267	-359.267	0	284.819	-284.819
	2	Bajo	0	618.984	-618.984	0	559.729	-559.729
	3	Bajo	475.000	717.344	-242.344	479.750	588.320	-108.570
	4	Bajo	1.900.000	1.035.060	864.940	1.919.000	800.054	1.118.946
	5	Bajo	2.493.750	1.210.540	1.283.210	2.518.688	915.342	1.603.346
	6	Bajo	3.087.500	1.335.615	1.751.885	3.118.375	1.000.339	2.118.036
	7	Bajo	3.562.500	1.403.351	2.159.149	3.598.125	1.045.134	2.552.991
	8	Bajo	3.918.750	1.523.202	2.395.548	3.957.938	1.136.675	2.821.263
	9 a 25	Bajo	4.750.000	1.654.740	3.095.260	4.797.500	1.222.303	3.575.197
Almendro	0	Bajo	0	1.960.194	-1.960.194	0	1.844.476	-1.844.476
	1	Bajo	0	364.830	-364.830	0	290.430	-290.430
	2	Bajo	0	634.860	-634.860	0	575.701	-575.701
	3	Bajo	405.000	730.219	-325.219	409.050	601.305	-192.255
	4	Bajo	1.620.000	1.049.259	570.741	1.636.200	814.373	821.827
	5	Bajo	2.126.250	1.225.322	900.928	2.147.513	930.248	1.217.265
	6	Bajo	2.632.500	1.351.066	1.281.434	2.658.825	1.015.920	1.642.905
	7	Bajo	3.037.500	1.419.056	1.618.444	3.067.875	1.060.969	2.006.906
	8	Bajo	3.341.250	1.540.448	1.800.802	3.374.663	1.154.066	2.220.596
	9 a 25	Bajo	4.050.000	1.672.354	2.377.646	4.090.500	1.240.065	2.850.435
Huerto frutal (manzano)	0	Bajo	0	2.308.095	-2.308.095	0	1.965.695	-1.965.695
	1	Bajo	0	446.665	-446.665	0	356.581	-356.581
	2	Bajo	0	1.209.625	-1.209.625	0	938.965	-938.965
	3	Bajo	490.000	1.316.855	-826.855	490.000	968.702	-478.702
	4	Bajo	1.306.667	1.827.984	-521.317	1.306.667	1.350.224	-43.558
	5	Bajo	2.722.222	2.268.908	453.314	2.722.222	1.633.672	1.088.550
	6	Bajo	3.811.111	2.748.274	1.062.837	3.811.111	1.977.988	1.833.123
	7 a 20	Bajo	4.900.000	3.296.178	1.603.822	4.900.000	2.366.121	2.533.879
Olivo	0	Bajo	0	805.304	-805.304	0	799.631	-799.631
	1	Bajo	0	156.639	-156.639	0	145.728	-145.728
	2	Bajo	0	424.954	-424.954	0	384.443	-384.443
	3	Bajo	630.000	464.345	165.655	630.000	398.222	231.778
	4	Bajo	1.680.000	644.405	1.035.595	1.680.000	554.890	1.125.110
	5	Bajo	3.500.000	801.153	2.698.847	3.500.000	672.674	2.827.326
	6	Bajo	4.900.000	970.407	3.929.593	4.900.000	814.448	4.085.552
	7 a 20	Bajo	6.300.000	1.164.068	5.135.932	6.300.000	974.463	5.325.537
Otros frutales (Damasco)	0	Bajo	0	3.198.697	-3.198.697	0	2.849.851	-2.849.851
	1	Bajo	0	282.471	-282.471	0	202.658	-202.658
	2	Bajo	0	569.036	-569.036	0	472.485	-472.485
	3	Bajo	787.500	829.303	-41.803	795.375	578.022	217.353
	4	Bajo	1.500.000	1.129.480	370.520	1.515.000	785.344	729.656
	5	Bajo	2.437.500	1.838.468	599.032	2.461.875	1.200.117	1.261.758

Cuadro 9-80: Ingreso, costo directo y margen bruto por hectárea de rubros productivos Situación Actual (Precios abril 2021)

Cultivo	Año	Nivel Tecnológico	Precios de mercado (\$)			Precios sociales (\$)		
			Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
	6	Bajo	3.000.000	2.188.121	811.879	3.030.000	1.426.370	1.603.630
	7	Bajo	3.750.000	2.288.793	1.461.207	3.787.500	1.497.885	2.289.615
	8 a 20	Bajo	4.500.000	2.826.854	1.673.146	4.545.000	1.824.072	2.720.928
Cerezo	0	Bajo	0	3.198.697	-3.198.697	0	2.849.851	-2.849.851
	1	Bajo	0	282.471	-282.471	0	202.658	-202.658
	2	Bajo	0	569.036	-569.036	0	472.485	-472.485
	3	Bajo	1.050.000	829.303	220.697	1.060.500	578.022	482.478
	4	Bajo	2.000.000	1.129.480	870.520	2.020.000	785.344	1.234.656
	5	Bajo	3.250.000	1.838.468	1.411.532	3.282.500	1.200.117	2.082.383
	6	Bajo	4.000.000	2.188.121	1.811.879	4.040.000	1.426.370	2.613.630
	7	Bajo	5.000.000	2.288.793	2.711.207	5.050.000	1.497.885	3.552.115
	8 a 20	Bajo	6.000.000	2.826.854	3.173.146	6.060.000	1.824.072	4.235.928
Palto	0	Bajo	0	2.060.602	-2.060.602	0	1.825.821	-1.825.821
	1	Bajo	0	570.924	-570.924	0	529.166	-529.166
	2	Bajo	0	733.246	-733.246	0	673.174	-673.174
	3	Bajo	960.000	623.508	336.492	960.000	564.585	395.415
	4	Bajo	2.560.000	995.525	1.564.475	2.560.000	804.639	1.755.361
	5	Bajo	3.200.000	1.132.536	2.067.464	3.200.000	895.840	2.304.160
	6	Bajo	6.400.000	1.332.406	5.067.594	6.400.000	1.056.344	5.343.656
	7	Bajo	8.640.000	1.464.374	7.175.626	8.640.000	1.142.437	7.497.563
	8 a 20	Bajo	9.600.000	1.655.881	7.944.119	9.600.000	1.282.779	8.317.221

Fuente: Elaboración propia.

9.5. Situación Con Proyecto

9.5.1. Introducción

El presente Capítulo tiene como objetivo definir y analizar los aspectos basales de la Situación con Proyecto con respecto a los criterios de desarrollo, estructura de cultivos y tasas de riego por estrato de tamaño predial, para posteriormente estimar las superficies regadas para cada proyecto diseñado y determinarán los beneficios agroeconómicos.

Estos contenidos se complementan con aquellos emanados de la caracterización económica de Situación Actual, análisis que permitirá realizar un contraste entre ambas situaciones, generando esto, un importante insumo para el cálculo de los beneficios de los proyectos en estudio.

9.5.2. Caracterización Productiva

La Situación Futura o Con Proyecto, corresponde al mejoramiento de las condiciones actuales que enfrenta la agricultura del área en estudio en torno al riego, a través de la ejecución y construcción de obras civiles enfocadas en aumentar la eficiencia de uso del agua y mejorar la seguridad de riego actual, no obstante, en condiciones de secano, este mejoramiento consiste, en gran parte de los casos, en procurar el acceso al riego donde no lo hay.

9.5.2.1. Criterios de Desarrollo

En el escenario futuro de las obras proyectadas, con el complemento de adecuados programas de asistencia técnica y capacitación (mejoramiento del nivel tecnológico) y programas de apoyo a la inversión intrapredial, permitirán el aumento la productividad de los predios y una mayor rentabilidad de los rubros actuales. Tal como se describe en detalle en la Etapa 2 de la presente consultoría, el área de estudio presenta recursos de suelo y clima apropiados para el desarrollo de variada gama de especies agrícolas. La diversa geografía del área de estudio permite que las condiciones climáticas no sean continuas, generando a través del relieve, variadas situaciones que permiten, en mayor o menor medida, una adaptabilidad local para gran diversidad de especie, en especial ante la ocurrencia de heladas, fenómeno que acentúa siempre su efecto en los sectores bajos y planos de la zona. Lo anterior es corroborado en la práctica por el desarrollo agrícola actual que existe en la zona, donde existe multitud de emprendimientos agrícolas con diversas especies que constituyen un referente para un futuro desarrollo agrícola con proyecto.

Se presentan a continuación los criterios básicos que se han utilizado para implementar modificaciones en la actual estructura productiva, con origen en la mayor seguridad de riego generada por los proyectos de riego en estudio. Estos son los siguientes:

- Como primera consideración, se debe señalar que en el desarrollo de la presente Etapa, mediante el prediseño de los potenciales proyectos de riego y el cálculo del beneficio potencial que puedan generar (superficie y número de predios beneficiados), se logrará paulatinamente dimensionar el real impacto de cada proyecto, razón por la cual, el diseño de la estructura de cultivos para Situación Con Proyecto (SCP) estará orientado de forma genérica a la superficie futura de riego asociada a cada proyecto propuesto. Esto es, el diseño estructural se aplicará a la superficie de riego de SCP (que puede ser la misma actual o superior) según cada estrato de tamaño predial y sector de riego, re dimensionando por ende también, la superficie de secano.
- La base de los cambios proyectados entonces, va por dos vías. La primera consiste en la redistribución y reordenamiento de la estructura de cultivos de la superficie actualmente bajo riego, donde la mayor seguridad de riego permitirá cambios de cultivos y reasignación de prioridades en función de la rentabilidad de cada alternativa propuesta y de su viabilidad productiva condicionada por tamaño predial.

La segunda vía es el crecimiento de la superficie de riego actual a expensas de la superficie de secano o de la superficie sin uso potencialmente regable. Esto tendrá mayor impacto, mientras mayor sea el tamaño del estrato predial.

- Se propone para SCP, una reestructuración de la matriz de cultivos basada, por un lado, en la rentabilidad de los rubros propuestos y por otro, en la adaptabilidad agroclimática que los caracteriza. De esta forma, como resultado del aumento en la seguridad de riego, tendrá lugar una consolidación de los rubros de mayor potencial productivo y

comercial (adaptabilidad y rentabilidad), estructura asociada fundamentalmente a alternativas frutales y hortalizas.

- Las modificaciones a la estructura de cultivos se aplican entonces de diferente forma según los distintos estratos de tamaño predial, ya que en predios de mayor tamaño existe a menudo una mayor orientación comercial de la agricultura y poseen mayor superficie cultivada y/o cultivable, por lo que a estos estratos se asocian cultivos como frutales, hortalizas como papa y poroto y establecimiento de praderas artificiales, mientras que en estratos pequeños, la orientación apunta a maximizar el uso de superficie y de agua fortaleciendo el autoconsumo a través de chacras e implementando cultivo en invernaderos.
- El enfoque productivo en el área de estudio guarda una orientación importante hacia el autoconsumo y subsistencia de la familia campesina, no obstante, una parte importante de la superficie predial promedio, asocia un objetivo comercial en su producción. Pese a lo anterior, la gran mayoría de los predios y sus emprendimientos productivos, asocian un nivel tecnológico bajo, donde gran parte son beneficiarios de INDAP y donde la descrita situación de escasez hídrica en la zona hace que en la mayoría de los predios se practique un riego muy austero y limitado a pequeñas superficies (desde punteras o vertientes). Por tanto, la rentabilidad en las especies propuestas en SCP para estratos mayores, debe guardar relación con sus márgenes de comercialización potenciales, mientras que, en estratos menores, la rentabilidad debe asociar estrechamente un enfoque al abastecimiento alimentario del núcleo familiar del agricultor y secundariamente a la venta de productos.
- La consideración anterior, guarda relación con la permanencia de categorías como las chacras y huertos frutales en la SCP, rubros directamente relacionados con el autoconsumo, en especial en los estratos de tamaño pequeño, lo que se ve reflejado en el uso de suelo propuesto.

Se debe señalar que, tanto para la SA como para la SCP, rige un criterio base que determina una superficie máxima de una hectárea para considerar una siembra de hortalizas dentro de la categoría chacras o a una plantación de frutales diversos dentro de la categoría huerto frutal casero, superficie acorde con un volumen de producción de autoconsumo. Bajo esta premisa se plantea para la SCP considerar siempre una superficie base de estas categorías para cada estrato de tamaño predial, de manera de siempre satisfacer el autoconsumo básico.

- No obstante, la mayor parte de los beneficiarios de los proyectos en estudio serán pequeños agricultores asociados a pequeños predios del Estrato 1, por lo que si bien, debe priorizarse asegurar el autoconsumo, debe también asegurarse una rentabilidad al uso de la tierra en estos pequeños predios, de forma de rentabilizar los proyectos. Es por esta razón que se ha propuesto implementar el uso intensivo del suelo con

producción hortícola en invernaderos representada por la producción de tomate dentro de la estructura productiva de estos predios (sin descartar los demás estratos).

Dado lo intensivo de la producción, asociando alta tecnología en riego, fertilización, control de plagas, enfermedades y malezas y de la posibilidad de cultivar anticipadamente a la temporada, se espera una rentabilización segura para la inversión en proyectos de infraestructura de riego.

- Si bien las zonas 1 y 2 del área de estudio presentan condiciones agroclimáticas y agrológicas particulares que inducen una adaptabilidad diferenciada de cultivos y patrones productivos diferentes, debe destacarse la muy similar estructura de cultivos y uso de suelo existente en los predios encuestados en ambas zonas del área de estudio en Situación Actual, materia descrita en Etapa 2, pese a las diferencias productivas observables a nivel general al recorrer ambas zonas. Esto, debido a que, a solicitud del mandante, la muestra a encuestar fue dirigida específicamente a los usuarios de PRODESAL tanto en la zona 1 como en la 2, lo que implica un importante sesgo en la representatividad de la estructura productiva que realmente representa globalmente a cada una de las zonas.

A raíz de esto, la distribución de estratos de tamaño predial, las estructuras de cultivo, la proporción entre superficie de riego y de secano, el nivel tecnológico existente y las expectativas productivas, son muy similares entre los predios estudiados en ambas zonas.

Por este motivo, y dado que los potenciales beneficiarios de los proyectos en estudio se enmarcan estrictamente en el perfil de beneficiarios de PRODESAL, los presentes criterios de desarrollo para Situación Con Proyecto, no establecerán mayores diferencias entre las dos zonas en estudio, salvo aquellas estrechamente asociadas a adaptabilidad climática de cultivos y a las características de los proyectos que potencialmente abastecerán de riego a los predios de estas zonas.

- Se plantea en SCP una disminución de los rubros papa, porotos y maíz como tales en ambos sectores, en especial en estratos pequeños, rubros que no desaparecen, sino que se consideran incluidos dentro del rubro chacras, dando así prioridad en cuanto a uso de suelo, a la hortaliza, cuyo representante en este análisis es el tomate, en especial enfocado a invernaderos.
- En el contexto productivo de Situación Actual existe una variada diversidad de cultivos que forman parte de lo que localmente se denomina como chacras, cuyo enfoque principal es el autoconsumo y subsistencia. Dentro de este grupo de cultivos se encuentra la papa el maíz y el poroto en forma transversal en el área de estudio, no obstante, estos tres cultivos se presentan también en siembras de mayor extensión, cuyo enfoque es preferentemente comercial, en especial en estratos mayores, por lo

que la superficie asociada a estos cultivos es categorizada individualmente y por separado como papa, maíz y poroto.

- Esta consideración también es válida para Situación Con Proyecto, donde en estratos pequeños, estos cultivos anuales disminuyen en superficie en su escala comercial, pasando mayoritariamente a **ser integrados en la categoría de chacras** y bajando su extensión en pro del crecimiento de alternativas anuales más rentables en riego, como lo es la producción de tomate en invernaderos. No obstante, en sectores aledaños al río Itata, de suelos más arenosos y predios de mayor tamaño, estas alternativas mantienen su condición de cultivos comerciales avalada por su adaptabilidad agroclimática y agrológica, y en asociación también al aspecto cultural agrícola de esos sectores, que vincula a estos productores con la tradicional comercialización de estos cultivos.
- La categoría “otros frutales” integra especies variadas como damasco, durazno, papayo, etc., cuyas superficies productivas no constituyen plantaciones comerciales, pero tampoco son huertos frutales caseros, por lo que su presencia en SCP tiene un objetivo mixto de autoconsumo y comercialización a pequeña escala.
- En relación a los estratos de mayor tamaño, las especies frutales a implementar son varias de las que ya se encuentran actualmente en el área de estudio, pero potenciadas en cantidad de superficie y asociando un nivel tecnológico superior. Es así como se plantea un reemplazo de las alternativas de cultivo anuales (papa, poroto, maíz) por especies frutales que, en forma incipiente a través de emprendimientos particulares en Situación Actual, han demostrado un buen potencial productivo en la zona, especies como el palto, nogal, olivo y almendro. De igual forma se plantea la incorporación de especies como el avellano europeo y el arándano, que son innovaciones productivas sustentadas en su adaptabilidad y que guardan relación productiva comercial con la agroindustria en la zona. Se reemplazan también de la zona de riego, superficies de pradera natural regada. Lo anterior es válido para toda el área de estudio dadas sus características climáticas que favorecen el desarrollo frutícola. No obstante, y tal como se describe en la Etapa 2 del presente estudio, **las recomendaciones de cultivos frutales estarán condicionadas a realizarse preferentemente en laderas donde se evada la ocurrencia de heladas, donde se procure buena radiación, acumulación de grados día y acumulación de horas de frío**, factores de gran importancia para el desarrollo frutícola.
- La vid vinífera, es un rubro que ha proliferado profusamente en el área de estudio, producto de la buena adaptabilidad al clima y suelos de la zona y a la condición de secano. Este rubro se considerará estable en cuanto a superficie en SCP, aumentando proporcional y únicamente por efecto del aumento general de la superficie cultivada. La razón de esto radica en la baja rentabilidad del rubro en la zona, no pagando el precio del kilo muchas veces, ni el costo de su cosecha.

Antecedentes locales determinan que estas variedades al cultivarse bajo riego no dan los grados requeridos para la venta en la temporada, y el aumento en rendimientos no justifica el costo invertido en tecnificación ni en la energía requerida para extracción e impulsión, dado el bajo precio de la uva. No obstante, se plantea mantener la superficie actual dada la gran cantidad de secano ocupado en ellas y dados los numerosos emprendimientos que asocian producción de vinos propios, logrando un importante valor agregado al producto a través del vino, iniciativas de industrialización que sí se deben potenciar en la zona.

- En general y preferentemente en estratos mayores de tamaño predial, el fortalecimiento de la producción hortícola bajo tecnificación, es una estrategia a implementar, al igual que en los cultivos anuales de papa, poroto y maíz, que logran aprovechar bien la temporada de temperatura estival.
- El área estudio en general se caracteriza por presentar un muy escaso desarrollo ganadero, producto de que los escasos recursos hídricos son aprovechados en alternativas más rentables. Por esta razón, los presentes criterios de desarrollo consideran solamente el reemplazo de la superficie ocupada con praderas por alternativas hortícolas o frutales de mayor rentabilidad.
- Se considera en SCP potenciar plantaciones de olivo, que a través de referentes de cultivo presentes en la zona demuestran buena adaptabilidad climática, además de ser una especie característicamente recomendada para zonas de secano costero e interior.
- Como fue descrito en la Caracterización de Situación Actual, la gran mayoría de los predios presentes en el área de estudio, dada la gran condicionante de escases hídrica y falta de acceso al agua, presentan un nivel tecnológico de manejo agrícola bajo. Escasos emprendimientos en acotadas superficies presentan alguna inversión en tecnificación asociando un programa de manejo de mayor elaboración. Por tanto, se plantea para SCP, subir el nivel tecnológico de bajo a un nivel medio en la mayoría de los rubros, conservando algunos su nivel actual. Esto, bajo la consideración que la agricultura en general proviene de una cultura de secano y/o de un riego muy básico, asociando un manejo agrícola muy precario de cultivos.
- Considerando el nivel de desarrollo agroproductivo actual, en general se espera de una baja a media capacidad de respuesta a los cambios inicialmente, agilizándose en un mediano plazo, redundando en una gradualidad intermedia en el tiempo en la adopción de cambios y nuevas tecnologías por parte de los agricultores que pasan de niveles bajos a medio, asociado a capacitación y transferencia tecnológica, programas de apoyo crediticio y subsidios al desarrollo, tema que se analiza numéricamente en el acápite de Gradualidad de los Cambios del presente estudio. De esta forma se incrementan en el tiempo rendimientos y márgenes por hectárea, incrementando el nivel tecnológico de estos cultivos, experimentando mejores rendimientos.

- Dentro del programa de transferencia tecnológica que deberá acompañar la implementación de cambios productivos donde procede, se contempla un mejoramiento en la eficiencia del manejo agronómico de recursos como mano de obra, maquinaria e insumos. Los cambios implementados serán acordes a la rentabilidad de cada cultivo, mejorando las tecnologías de riego en algunos casos o maximizando por ejemplo el uso de jornadas utilizadas en riego, poda, limpiezas manuales, aplicación manual de productos, cosecha, etc.
- Los cambios productivos consideran también la implementación de programas complementarios de fertilización y programas fitosanitarios ajustados a las necesidades de cada cultivo, al contexto agrícola de la zona, reforzando el control preventivo y curativo de enfermedades, plagas y malezas.
- En el uso de maquinaria, se considera mecanización de labores como preparación de suelos, cosecha, aplicación de agroquímicos etc., reduciendo el uso de mano de obra, en especial considerando el alto costo y disponibilidad de este recurso en la zona.
- Los costos de mano de obra, insumos agrícolas y de maquinaria serán los mismos que en Situación Actual, de manera de hacer comparables sus rentabilidades en la evaluación económica del proyecto.
- Las labores de manejo derivadas de los cambios antes mencionados, varían en directa proporción al cambio de rendimiento de cada cultivo, en especial las de mayor costo. Además, se añadirán jornadas de mano de obra y maquinaria en algunas labores de acuerdo al aumento de dosis y número de aplicaciones de productos recomendados.
- Se detalla en el acápite de transferencia tecnológica y asistencia técnica las características de una fuerte campaña de capacitación de agricultores para lograr un satisfactorio desarrollo de estas alternativas de cultivo, logrando a través del uso prioritario de riego tecnificado, un eficiente uso del recurso hídrico disponible.
- Se recomienda, en concordancia con el desarrollo productivo y comercial esperado, que los productores que no lo hayan hecho, regularicen su situación tributaria, con el propósito de establecer una condición básica para comercializar y en lo sucesivo mejorar la plataforma de negociación con los intermediarios, o bien que ellos mismos comercialicen directamente su producción.

En un contexto general, se trata de representar el impacto de obras de riego que mejoran las condiciones productivas del área a través del aumento de la seguridad de riego, rescatando lo mejor de los cultivos de Situación Actual, proyectando cambios tecnológicos en su manejo y su enfoque comercial, de manera de reestructurar el uso de suelo con el desarrollo de las especies de cultivo de mayor rentabilidad.

- En asociación a la mayor parte de los proyectos, deben crearse organizaciones de usuarios de aguas, con el objeto de generar en forma participativa la definición de normas de operación del sistema de distribución de agua y su infraestructura.
- Los criterios de desarrollo expuestos se han basado íntegramente en el diagnóstico agroproductivo de la zona y en las actuales perspectivas agroeconómicas manifestadas por agricultores ante el planteamiento de una eventual Situación Con Proyecto que aumente la seguridad de riego en el área.

En base al descrito contexto productivo en el que se desarrollará la Situación Futura, se procedió a proyectar aumentos productivos asociados a los nuevos estándares. En el Cuadro 9-81 se puede observar los mencionados contrastes de rendimiento entre la Situación Actual, donde los rendimientos provienen de información real levantada en terreno a través de la Encuesta Simple, y la Situación Con Proyecto, donde la productividad representada corresponde a la proyección mejorada de estos rendimientos en función de mayor seguridad de riego y mayor suministro de este, además de la implementación de nuevos estándares de manejo productivo. El año de producción consignado en cada caso corresponde al año de plena producción en el caso de especies multianuales y al año estándar de producción anual (año 1) en el caso de cultivos anuales.

Cuadro 9-81: Comparación parámetros productivos de cultivo entre Situación Actual y Situación Con Proyecto

Cultivo	Unidad	Año	Nivel Tecnológico		SA	SCP	Variación
			SA	SCP	Un./ha	Un./ha	
Papa	Saco 25 Kg.	1	Bajo	Medio	500	750	50%
Poroto	Kg.	1	Bajo	Medio	1.000	1.500	50%
Maíz Choclo	Un.	1	Bajo	Medio	10.000	13.000	30%
Hortalizas (tomate)	Kg.	1	Medio	Alto	35.000	59.500	70%
Tomate invernadero	Kg.	1	Medio	Alto	-	100.000	-
Chacra (lechuga)	Un.	1	Bajo	Medio	8.500	13.600	60%
Pradera mixta (Secano)	Kg. Animal	2 a 6	Bajo	Bajo	700	700	0%
Pradera natural (Secano)	Kg. Animal	1	Bajo	Bajo	350	350	0%
Arándano	Kg.	8 a 18	Medio	Medio Alto	-	12.000	-
Vid vinífera (Secano)	Kg.	5 a 20	Bajo	Bajo	8.000	8.000	0%
Nogal	Kg.	9 a 25	Bajo	Medio	1.900	2.850	50%
Limón	Malla 20 Kg.	7 a 20	Bajo	Medio	450	720	60%
Almendro	Kg.	9 a 25	Bajo	Medio	2.700	4.320	60%
Avellano europeo	Kg.	7 a 20	-	Medio	-	3.800	-
Olivo	Kg.	7 a 20	Bajo	Medio	7.000	11.200	60%
Huerto frutal (Manzano)	Kg.	7 a 20	Bajo	Medio Bajo	7.000	11.200	60%
Otros frutales (Damasco)	Kg.	8 a 20	Bajo	Medio	6.000	9.000	50%
Cerezo	Kg.	8 a 20	Bajo	Medio	7.500	12.000	60%
Palto	Kg.	8 a 20	Bajo	Medio	6.000	9.600	60%

Fuente: Encuesta Agropecuaria.

9.5.2.2. Uso del Suelo

Los criterios de desarrollo antes mencionados repercuten en primera instancia en los parámetros productivos de los cultivos y posteriormente en el uso del suelo del área de estudio.

En concordancia con los objetivos del estudio, es necesario determinar para cada proyecto el área regada y los beneficios asociados a la nueva disponibilidad de agua. Con la información que se posee es posible proyectar la estructura de cultivos determinada en la Situación Actual a una Situación Con Proyecto, esto por estrato de cada sector y comuna. **A partir de esta información y la caracterización de la ubicación (zona), número de beneficiados por estrato y la superficie predial de cada proyecto, se puede expandir los valores unitarios que se presentan, tanto de superficie, como de demandas de agua.**

Cabe destacar que, dado el diagnóstico de la Situación Actual y las perspectivas de los distintos sectores sobre el desarrollo agroproductivo, se estima que, en el caso de no desarrollarse proyectos de riego colectivos, el uso de suelo Sin Proyecto seguirá siendo el mismo de la Situación Actual.

Con respecto a los tipos cultivos, no se considera mayores cambios de especies con respecto a las existentes en Situación Actual, salvo la incorporación de avellano europeo (que no hay), arándano y almendros (muy incipiente e improductivo aún), por lo que, tal como se explicó detalladamente en el apartado anterior, los cambios están centrados en la variación en su presencia relativa dentro del área regada resultante del balance oferta-demanda de agua.

Las categorías agrupadas incluyen producciones pequeñas heterogéneas orientadas principalmente al autoconsumo y subsistencia y secundariamente a la venta (chacras y huertos frutales) o una serie de cultivos que por sí solos no alcanzan en la suma por sector una proporción significativa del área de estudios (categorías “otros frutales u “otros cultivos”). Los principales cultivos que pertenecen a cada categoría son:

- **Hortalizas:** Tomate, sandía, frutilla, zapallo italiano, melón, repollo, etc.
- **Chacra:** Lechuga, cebolla, ají, habas, cilantro, pimentón, etc., pero en superficies pequeñas, que sumadas no superan 1 ha. por productor y con destino preferentemente no comercial.
- **Otros Cultivos (solo en seco):** Lenteja, arveja, garbanzo.
- **Huerto Frutal:** Durazno, manzano, papayo, níspero, cerezo, cítricos, palto y almendro, pero en superficies pequeñas, que sumadas no superan 1 ha. por productor y con destino preferentemente de autoconsumo.
- **Otros Frutales:** Damasco, papayo, cítricos, higuera, membrillo, etc.

El Cuadro 9-82 presenta la comparación entre la estructura de cultivos determinada en la Situación Actual (y Sin Proyecto) y la propuesta para la Situación Con Proyecto para las zonas 1 y 2.

Cuadro 9-82: Comparación estructura de cultivos por estrato (%)

Zona	Rubro	Cultivos	E1		E2		E3		E4		E5		E6			
			SA	SCP	SA	SCP	SA	SCP	SA	SCP	SA	SCP	SA	SCP		
1	Cultivos Anuales	Chacra	24,1	15,0	22,1	10,0	12,5	10,0	4,9	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0		
		Hortalizas	16,3	20,0	11,6	20,0	4,2	10,0	36,6	10,0	55,6	10,0	55,6	10,0		
		Maíz	1,2	0,0	3,7	0,0	8,3	0,0	4,9	0,0	22,2	0,0	22,2	0,0		
		Papa	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
		Cultivos en Invernadero	0,0	30,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
		Poroto	1,2	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Frutales	Cerezo	9,9	10,0	6,8	15,0	16,7	15,0	9,8	20,0	0,0	20,0	0,0	20,0		
		Huerto Frutal	26,8	15,0	15,4	15,0	8,3	15,0	17,1	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0		
		Limonero	0,0	0,0	0,4	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	11,1	0,0		
		Nogal	1,2	0,0	8,4	0,0	25,0	0,0	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
		Olivo	9,8	10,0	17,7	5,0	8,3	5,0	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
		Otros Frutales	2,9	0,0	3,3	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0		
		Palto	6,8	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	0,0	11,1	0,0		
		Arándano	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	10,0	0,0	10,0	0,0	10,0	0,0	10,0		
		Avellano Europeo	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	15,0	0,0	20,0	0,0	20,0	0,0	20,0		
		Almendro	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	15,0	0,0	25,0	0,0	25,0	0,0	25,0		
		Total Riego			100,0											
		2	Cultivos Anuales	Chacra	24,6	15,0	33,5	10,0	28,6	10,0	55,6	5,0	55,6	5,0	55,6	5,0
				Hortalizas	8,6	20,0	5,8	20,0	8,6	10,0	0,0	10,0	0,0	10,0	0,0	10,0
Maíz	2,1			0,0	0,4	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Papa	2,2			0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Cultivos en Invernadero	0,0			30,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Poroto	2,2			0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Frutales	Cerezo		3,1	10,0	9,4	15,0	3,6	15,0	0,0	20,0	0,0	20,0	0,0	20,0		
	Huerto Frutal		27,8	15,0	16,0	15,0	15,7	15,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0		
	Limonero		7,3	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Nogal		2,6	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Olivo		6,9	5,0	6,1	5,0	7,9	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Otros Frutales		5,2	0,0	3,2	5,0	3,6	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0		
	Palto		7,4	5,0	15,2	5,0	25,0	10,0	44,4	20,0	44,4	20,0	44,4	20,0		
	Arándano		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Avellano Europeo		0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	15,0	0,0	20,0	0,0	20,0	0,0	20,0		
	Almendro		0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	15,0	0,0	15,0	0,0	15,0	0,0	15,0		
	Total Riego			100,0												

Fuente: Elaboración propia.

Con la estratificación predial obtenida del mapa de roles y listado de usuarios en cada área potencialmente beneficiada por los proyectos, se determinaron los predios expandidos. En el Cuadro 9-83 se muestra un resumen con el número de predios por estrato, superficie total predial y superficie potencialmente regable en Situación Con Proyecto.

Cuadro 9-83: Resumen estratificación predial proyectos

Proyecto	Zona	Ítem	E1	E2	E3	E4	E5	Total
1. Cementerio y Otros	1	N° Predios	32	12	0	0	0	44
		Superficie Predial (ha)	13,7	28,0	0,0	0,0	0,0	41,7
		Superficie Máxima Regable (ha)	11,0	26,2	0,0	0,0	0,0	37,2
2. El Barco y Otros	1	N° Predios	20	5	1	0	0	26
		Superficie Predial (ha)	11,1	9,6	6,2	0,0	0,0	26,9
		Superficie Máxima Regable (ha)	8,9	9,0	5,2	0,0	0,0	23,2
3. El Galpón	1	N° Predios	3	2	2	1	0	8
		Superficie Predial (ha)	3,0	6,0	16,1	12,0	0,0	37,1
		Superficie Máxima Regable (ha)	2,4	5,6	13,6	10,6	0,0	32,2
4. Ránquil	2	N° Predios	65	49	16	18	2	150
		Superficie Predial (ha)	30,7	103,0	114,1	229,7	43,8	521,3
		Superficie Máxima Regable (ha)	24,2	77,5	80,6	143,0	27,3	352,6
5. Rahuil	2	N° Predios	29	26	10	9	2	76
		Superficie Predial (ha)	18,8	56,7	70,1	113,9	46,6	306,1
		Superficie Máxima Regable (ha)	14,8	42,6	49,5	70,9	29,0	206,9

Fuente: Elaboración propia.

Las superficies actuales regadas en por cada proyecto, en contraste con el riego actual se presentan en el Cuadro 9-84 al Cuadro 9-88.

Cuadro 9-84: Uso del suelo actual y con proyecto

1. Cementerio y otros

Tipo	Rubro	Cultivos	Situación Actual												Situación Con Proyecto											
			E1		E2		E3		E4		E5		Total		E1		E2		E3		E4		E5		Total	
			ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Riego	Cultivos Anuales	Chacra	1,2	24,1	1,4	22,1	0,0	-	0,0	-	0,0	-	2,6	23,0	1,6	15,0	2,5	10,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	4,0	11,5
		Hortalizas	0,8	16,3	0,7	11,6	0,0	-	0,0	-	0,0	-	1,5	13,7	2,1	20,0	4,9	20,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	7,0	20,0
		Maíz	0,1	1,2	0,2	3,7	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,3	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0
		Papa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0
		Cultivos en Invernadero	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	3,1	30,0	1,2	5,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	4,4	12,5
		Poroto	0,1	1,2	0,1	1,6	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,2	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0
	Frutales	Cerezo	0,5	9,9	0,4	6,8	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,9	8,2	1,0	10,0	3,7	15,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	4,7	13,5
		Huerto Frutal	1,3	26,8	1,0	15,4	0,0	-	0,0	-	0,0	-	2,3	20,5	1,6	15,0	3,7	15,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	5,3	15,0
		Limonero	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0
		Nogal	0,1	1,2	0,5	8,4	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,6	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0
		Olivo	0,5	9,8	1,1	17,7	0,0	-	0,0	-	0,0	-	1,6	14,2	1,0	10,0	1,2	5,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	2,3	6,5
		Otros Frutales	0,1	2,9	0,2	3,3	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,4	3,1	0,0	0,0	1,2	5,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	1,2	3,5
		Palto	0,3	6,8	0,6	9,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,9	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0
		Arándano	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	5,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	1,2	3,5
	Avellano Europeo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	10,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	2,5	7,0	
Almendro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	10,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	2,5	7,0		
Total Riego	5,0	100,0	6,2	100,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	11,2	100,0	10,5	100,0	24,7	100,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	35,2	100,0		
Secano	Cultivos	0,3	7,6	0,2	1,7	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,4	3,5	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	
	Praderas	0,0	0,0	0,5	5,5	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,5	3,9	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	
	Vides y Otros Frutales	3,5	92,4	8,2	92,8	0,0	-	0,0	-	0,0	-	11,8	92,7	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	
	Total Secano	3,8	100,0	8,9	100,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	12,7	100,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	
Forestal	0,4	-	0,2	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,6	-	0,4	-	0,2	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,6	-		
Total Cultivos	9,2	-	15,2	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	24,4	-	10,9	-	24,8	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	35,7	-		
Bosque Nativo	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,1		
Indirectamente productiva	2,1	15,6	1,1	3,9	0,0	-	0,0	-	0,0	-	3,2	7,7	2,1	15,6	1,1	3,9	0,0	-	0,0	-	0,0	-	3,2	7,7		
Sin uso potencialmente Regable	2,2	16,1	11,1	39,8	0,0	-	0,0	-	0,0	-	13,3	32,0	0,5	3,4	1,6	5,6	0,0	-	0,0	-	0,0	-	2,0	4,9		
Improductiva	0,1	1,1	0,5	1,8	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,6	1,5	0,1	1,1	0,5	1,8	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,6	1,5		
Total Predial	13,7	100,0	28,0	100,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	41,7	100,0	13,7	100,0	28,0	100,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	41,7	100,0		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-85: Uso del suelo actual y con proyecto
2. El Barco y otros

Tipo	Rubro	Cultivos	Situación Actual												Situación Con Proyecto												
			E1		E2		E3		E4		E5		Total		E1		E2		E3		E4		E5		Total		
			ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Riego	Cultivos Anuales	Chacra	1,0	24,1	0,5	22,1	0,1	12,5	0,0	-	0,0	-	1,5	22,4	1,3	15,0	0,8	10,0	0,5	10,0	0,0	-	0,0	-	2,6	12,0	
		Hortalizas	0,7	16,3	0,2	11,6	0,0	4,2	0,0	-	0,0	-	0,9	13,7	1,7	20,0	1,7	20,0	0,5	10,0	0,0	-	0,0	-	3,8	17,8	
		Maíz	0,0	1,2	0,1	3,7	0,1	8,3	0,0	-	0,0	-	0,2	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	
		Papa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	8,3	0,0	-	0,0	-	0,1	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	
		Cultivos en Invernadero	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	2,5	30,0	0,4	5,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	2,9	13,7	
		Poroto	0,0	1,2	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,1	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	
	Frutales	Cerezo	0,4	9,9	0,1	6,8	0,1	16,7	0,0	-	0,0	-	0,7	9,6	0,8	10,0	1,2	15,0	0,7	15,0	0,0	-	0,0	-	2,8	13,0	
		Huerto Frutal	1,1	26,8	0,3	15,4	0,1	8,3	0,0	-	0,0	-	1,5	21,5	1,3	15,0	1,2	15,0	0,7	15,0	0,0	-	0,0	-	3,2	15,0	
		Limonero	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	8,3	0,0	-	0,0	-	0,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	
		Nogal	0,0	1,2	0,2	8,4	0,2	25,0	0,0	-	0,0	-	0,4	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	
		Olivo	0,4	9,8	0,4	17,7	0,1	8,3	0,0	-	0,0	-	0,8	12,1	0,8	10,0	0,4	5,0	0,2	5,0	0,0	-	0,0	-	1,5	7,0	
		Otros Frutales	0,1	2,9	0,1	3,3	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,2	2,8	0,0	0,0	0,4	5,0	0,2	5,0	0,0	-	0,0	-	0,7	3,0	
		Palto	0,3	6,8	0,2	9,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,5	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	
		Arándano	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	5,0	0,5	10,0	0,0	-	0,0	-	0,9	4,1	
		Avellano Europeo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	10,0	0,7	15,0	0,0	-	0,0	-	1,5	7,2	
		Almendro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	10,0	0,7	15,0	0,0	-	0,0	-	1,5	7,2	
		Total Riego	4,0	100,0	2,1	100,0	0,7	100,0	0,0	-	0,0	-	6,8	100,0	8,4	100,0	8,3	100,0	4,7	100,0	0,0	-	0,0	-	21,5	100,0	
		Secano	Cultivos	0,2	7,6	0,1	1,7	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,3	3,6	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
			Praderas	0,0	0,0	0,2	5,5	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,2	2,1	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
Vides y Otros Frutales	2,9		92,4	2,8	92,8	1,8	100,0	0,0	-	0,0	-	7,5	94,3	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-		
Total Secano	3,1		100,0	3,1	100,0	1,8	100,0	0,0	-	0,0	-	7,9	100,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-		
Forestal	0,3	-	0,1	-	0,3	-	0,0	-	0,0	-	0,7	-	0,3	-	0,1	-	0,3	-	0,0	-	0,0	-	0,7	-			
Total Cultivos	7,5	-	5,2	-	2,8	-	0,0	-	0,0	-	15,5	-	8,8	-	8,3	-	5,1	-	0,0	-	0,0	-	22,2	-			
Bosque Nativo	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	1,8	0,0	-	0,0	-	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	1,8	0,0	-	0,0	-	0,1	0,4			
Indirectamente productiva	1,7	15,6	0,4	3,9	0,1	1,8	0,0	-	0,0	-	2,2	8,3	1,7	15,6	0,4	3,9	0,1	1,8	0,0	-	0,0	-	2,2	8,3			
Sin uso potencialmente Regable	1,8	16,1	3,8	39,8	2,8	44,9	0,0	-	0,0	-	8,4	31,2	0,5	4,6	0,7	7,5	0,5	7,7	0,0	-	0,0	-	1,7	6,3			
Improductiva	0,1	1,1	0,2	1,8	0,4	7,0	0,0	-	0,0	-	0,7	2,7	0,1	1,1	0,2	1,8	0,4	7,0	0,0	-	0,0	-	0,7	2,7			
Total Predial	11,1	100,0	9,6	100,0	6,2	100,0	0,0	-	0,0	-	26,9	100,0	11,1	100,0	9,6	100,0	6,2	100,0	0,0	-	0,0	-	26,9	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-86: Uso del suelo actual y con proyecto

3. El Galpón

Tipo	Rubro	Cultivos	Situación Actual											Situación Con Proyecto												
			E1		E2		E3		E4		E5		Total		E1		E2		E3		E4		E5		Total	
			ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Riego	Cultivos Anuales	Chacra	0,3	24,1	0,3	22,1	0,2	12,5	0,1	4,9	0,0	-	0,9	14,3	0,3	15,0	0,4	10,0	0,8	10,0	0,3	5,0	0,0	-	1,8	8,8
		Hortalizas	0,2	16,3	0,2	11,6	0,1	4,2	0,7	36,6	0,0	-	1,1	18,2	0,4	20,0	0,8	20,0	0,8	10,0	0,7	10,0	0,0	-	2,6	12,7
		Maíz	0,0	1,2	0,0	3,7	0,1	8,3	0,1	4,9	0,0	-	0,3	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0
		Papa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	8,3	0,0	0,0	0,0	-	0,1	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0
		Cultivos en Invernadero	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,5	30,0	0,2	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,7	3,5
		Poroto	0,0	1,2	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0
	Frutales	Cerezo	0,1	9,9	0,1	6,8	0,3	16,7	0,2	9,8	0,0	-	0,7	11,1	0,2	10,0	0,6	15,0	1,3	15,0	1,4	20,0	0,0	-	3,4	16,2
		Huerto Frutal	0,3	26,8	0,2	15,4	0,1	8,3	0,3	17,1	0,0	-	1,0	16,0	0,3	15,0	0,6	15,0	1,3	15,0	0,3	5,0	0,0	-	2,4	11,7
		Limonero	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	8,3	0,0	0,0	0,0	-	0,1	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0
		Nogal	0,0	1,2	0,1	8,4	0,4	25,0	0,4	22,0	0,0	-	1,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0
		Olivo	0,1	9,8	0,2	17,7	0,1	8,3	0,1	4,9	0,0	-	0,6	9,6	0,2	10,0	0,2	5,0	0,4	5,0	0,0	0,0	0,0	-	0,8	3,8
		Otros Frutales	0,0	2,9	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,1	1,3	0,0	0,0	0,2	5,0	0,4	5,0	0,3	5,0	0,0	-	0,9	4,6
		Palto	0,1	6,8	0,1	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,2	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0
		Arándano	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	5,0	0,8	10,0	0,7	10,0	0,0	-	1,7	8,2
		Avellano Europeo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	10,0	1,3	15,0	1,4	20,0	0,0	-	3,0	14,4
	Almendro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	10,0	1,3	15,0	1,7	25,0	0,0	-	3,3	16,0	
	Total Riego	1,1	100,0	1,3	100,0	1,7	100,0	1,9	100,0	0,0	-	6,0	100,0	1,8	100,0	3,8	100,0	8,4	100,0	6,8	100,0	0,0	-	20,8	100,0	
Secano	Cultivos	0,1	7,6	0,0	1,7	0,0	0,0	0,6	20,7	0,0	-	0,6	6,4	0,0	7,6	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	7,6	
	Praderas	0,0	0,0	0,1	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,1	1,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	
	Vides y Otros Frutales	0,8	92,4	1,8	92,8	4,7	100,0	2,1	79,3	0,0	-	9,3	92,5	0,1	92,4	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,1	92,4	
	Total Secano	0,8	100,0	1,9	100,0	4,7	100,0	2,7	100,0	0,0	-	10,1	100,0	0,1	100,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,1	100,0	
Forestal	0,1	-	0,0	-	0,8	-	0,6	-	0,0	-	1,5	-	0,1	-	0,0	-	0,8	-	0,6	-	0,0	-	1,5	-		
Total Cultivos	2,0	-	3,3	-	7,2	-	5,1	-	0,0	-	17,6	-	2,0	-	3,8	-	9,2	-	7,4	-	0,0	-	22,4	-		
Bosque Nativo	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,8	0,1	0,8	0,0	-	0,4	1,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,8	0,1	0,8	0,0	-	0,4	1,0		
Indirectamente productiva	0,5	15,6	0,2	3,9	0,3	1,8	0,1	0,8	0,0	-	1,1	2,9	0,5	15,6	0,2	3,9	0,3	1,8	0,1	0,8	0,0	-	1,1	2,9		
Sin uso potencialmente Regable	0,5	16,1	2,4	39,8	7,2	44,9	6,0	50,3	0,0	-	16,1	43,5	0,5	16,1	1,9	31,1	5,2	32,1	3,8	31,5	0,0	-	11,3	30,5		
Improductiva	0,0	1,1	0,1	1,8	1,1	7,0	0,6	5,3	0,0	-	1,9	5,1	0,0	1,1	0,1	1,8	1,1	7,0	0,6	5,3	0,0	-	1,9	5,1		
Total Predial	3,0	100,0	6,0	100,0	16,1	100,0	12,0	100,0	0,0	-	37,1	100,0	3,0	100,0	6,0	100,0	16,1	100,0	12,0	100,0	0,0	-	37,1	100,0		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-87: Uso del suelo actual y con proyecto
4. Embalse Ránquil

Tipo	Rubro	Cultivos	Situación Actual												Situación Con Proyecto												
			E1		E2		E3		E4		E5		Total		E1		E2		E3		E4		E5		Total		
			ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Riego	Cultivos Anuales	Chacra	2,9	24,6	7,0	33,5	3,2	28,6	3,7	55,6	0,7	55,6	17,5	33,8	3,6	15,0	7,7	10,0	8,0	10,0	7,1	5,0	1,4	5,0	27,8	7,9	
		Hortalizas	1,0	8,6	1,2	5,8	1,0	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	6,1	4,8	20,0	15,4	20,0	8,0	10,0	14,2	10,0	2,7	10,0	45,2	12,9	
		Maíz	0,2	2,1	0,1	0,4	0,8	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		Papa	0,3	2,2	0,4	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		Cultivos en Invernadero	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	30,0	3,9	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	3,2
		Poroto	0,3	2,2	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Frutales	Cerezo	0,4	3,1	2,0	9,4	0,4	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	5,3	2,4	10,0	11,6	15,0	12,0	15,0	28,4	20,0	5,4	20,0	59,9	17,1	
		Huerto Frutal	3,2	27,8	3,4	16,0	1,8	15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	16,1	3,6	15,0	11,6	15,0	12,0	15,0	7,1	5,0	1,4	5,0	35,7	10,2	
		Limonero	0,8	7,3	1,2	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		Nogal	0,3	2,6	0,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		Olivo	0,8	6,9	1,3	6,1	0,9	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	5,7	1,2	5,0	3,9	5,0	4,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,1	2,6	
		Otros Frutales	0,6	5,2	0,7	3,2	0,4	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	3,2	0,0	0,0	3,9	5,0	4,0	5,0	7,1	5,0	1,4	5,0	16,3	4,7	
		Palto	0,9	7,4	3,2	15,2	2,8	25,0	2,9	44,4	0,6	44,4	10,4	20,0	1,2	5,0	3,9	5,0	8,0	10,0	28,4	20,0	5,4	20,0	46,9	13,4	
		Arándano	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		Avellano Europeo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	10,0	12,0	15,0	28,4	20,0	5,4	20,0	53,6	15,3
		Almendro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	10,0	12,0	15,0	21,3	15,0	4,1	15,0	45,1	12,9
		Total Riego	11,6	100,0	21,0	100,0	11,3	100,0	6,6	100,0	1,3	100,0	51,8	100,0	24,1	100,0	77,2	100,0	80,2	100,0	142,2	100,0	27,1	100,0	350,8	100,0	
		Secano	Cultivos	0,6	6,6	1,5	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	1,1	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
			Praderas	0,7	8,0	5,4	13,3	13,3	24,4	22,7	28,5	4,3	28,5	46,4	23,3	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
Vides y Otros Frutales	7,9		85,4	33,8	83,1	41,0	75,6	56,9	71,5	10,9	71,5	150,5	75,6	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-		
Total Secano	9,3		100,0	40,7	100,0	54,3	100,0	79,6	100,0	15,2	100,0	199,1	100,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-		
Forestal	0,4	-	6,6	-	11,2	-	50,1	-	9,6	-	77,8	-	0,4	-	6,6	-	11,2	-	50,1	-	9,6	-	77,8	-			
Total Cultivos	21,3	-	68,3	-	76,7	-	136,3	-	26,0	-	328,7	-	24,5	-	83,8	-	91,4	-	192,3	-	36,7	-	428,6	-			
Bosque Nativo	0,3	1,0	1,9	1,9	13,3	11,6	19,2	8,3	3,7	8,3	38,3	7,4	0,3	1,0	1,9	1,9	13,3	11,6	19,2	8,3	3,7	8,3	38,3	7,4			
Indirectamente productiva	5,8	19,0	12,6	12,2	7,4	6,5	7,1	3,1	1,3	3,1	34,2	6,6	5,8	19,0	12,6	12,2	7,4	6,5	7,1	3,1	1,3	3,1	34,2	6,6			
Sin uso potencialmente Regable	3,3	10,6	15,8	15,3	15,1	13,2	56,7	24,7	10,8	24,7	101,8	19,5	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,8	0,4	0,2	0,4	1,8	0,4			
Improductiva	0,0	0,0	4,4	4,3	1,6	1,4	10,3	4,5	2,0	4,5	18,3	3,5	0,0	0,0	4,4	4,3	1,6	1,4	10,3	4,5	2,0	4,5	18,3	3,5			
Total Predial	30,7	100,0	###	100,0	###	100,0	229,7	100,0	43,8	100,0	521,3	100,0	30,7	100,0	###	100,0	###	100,0	229,7	100,0	43,8	100,0	521,3	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-88: Uso del suelo actual y con proyecto
5. Embalse Rahuill

Tipo	Rubro	Cultivos	Situación Actual												Situación Con Proyecto												
			E1		E2		E3		E4		E5		Total		E1		E2		E3		E4		E5		Total		
			ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Riego	Cultivos Anuales	Chacra	1,8	24,6	3,9	33,5	2,0	28,6	1,8	55,6	0,7	55,6	10,2	33,6	2,2	15,0	4,3	10,0	5,0	10,0	3,5	5,0	1,5	5,0	16,4	7,9	
		Hortalizas	0,6	8,6	0,7	5,8	0,6	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	6,2	3,0	20,0	8,5	20,0	5,0	10,0	7,1	10,0	2,9	10,0	26,4	12,8	
		Maíz	0,2	2,1	0,1	0,4	0,5	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Papa	0,2	2,2	0,2	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Cultivos en Invernadero	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	30,0	2,1	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	3,2
		Poroto	0,2	2,2	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Frutales	Cerezo	0,2	3,1	1,1	9,4	0,2	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	5,1	1,5	10,0	6,4	15,0	7,4	15,0	14,2	20,0	5,8	20,0	35,3	17,1	
		Huerto Frutal	2,0	27,8	1,8	16,0	1,1	15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	16,3	2,2	15,0	6,4	15,0	7,4	15,0	3,5	5,0	1,5	5,0	21,0	10,2	
		Limonero	0,5	7,3	0,7	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		Nogal	0,2	2,6	0,3	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		Olivo	0,5	6,9	0,7	6,1	0,5	7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	5,7	0,7	5,0	2,1	5,0	2,5	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3	2,6	
		Otros Frutales	0,4	5,2	0,4	3,2	0,2	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	3,3	0,0	0,0	2,1	5,0	2,5	5,0	3,5	5,0	1,5	5,0	9,6	4,6	
		Palto	0,5	7,4	1,8	15,2	1,7	25,0	1,5	44,4	0,6	44,4	6,1	20,1	0,7	5,0	2,1	5,0	5,0	10,0	14,2	20,0	5,8	20,0	27,8	13,4	
		Arándano	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Avellano Europeo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	10,0	7,4	15,0	14,2	20,0	5,8	20,0	31,7	15,3
		Almendro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	10,0	7,4	15,0	10,6	15,0	4,4	15,0	26,7	12,9
	Total Riego	7,1	100,0	11,5	100,0	6,9	100,0	3,3	100,0	1,3	100,0	30,2	100,0	14,8	100,0	42,6	100,0	49,5	100,0	70,9	100,0	29,0	100,0	206,9	100,0		
	Secano	Cultivos	0,4	6,6	0,8	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
Praderas		0,5	8,0	3,0	13,3	8,1	24,4	11,3	28,5	4,6	28,5	27,4	23,4	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-		
Vides y Otros Frutales		4,9	85,4	18,6	83,1	25,2	75,6	28,2	71,5	11,6	71,5	88,4	75,5	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-		
Total Secano		5,7	100,0	22,4	100,0	33,3	100,0	39,5	100,0	16,2	100,0	117,1	100,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-		
Forestal	0,2	-	3,6	-	6,9	-	24,9	-	10,2	-	45,8	-	0,2	-	3,6	-	6,9	-	24,9	-	10,2	-	45,8	-			
Total Cultivos	13,0	-	37,6	-	47,1	-	67,6	-	27,7	-	193,0	-	15,0	-	46,3	-	56,4	-	95,8	-	39,2	-	252,7	-			
Bosque Nativo	0,2	1,0	1,1	1,9	8,2	11,6	9,5	8,3	3,9	8,3	22,8	7,4	0,2	1,0	1,1	1,9	8,2	11,6	9,5	8,3	3,9	8,3	22,8	7,4			
Indirectamente productiva	3,6	19,0	6,9	12,2	4,5	6,5	3,5	3,1	1,4	3,1	20,0	6,5	3,6	19,0	6,9	12,2	4,5	6,5	3,5	3,1	1,4	3,1	20,0	6,5			
Sin uso potencialmente Regable	2,0	10,6	8,7	15,3	9,3	13,2	28,1	24,7	11,5	24,7	59,6	19,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Improductiva	0,0	0,0	2,4	4,3	1,0	1,4	5,1	4,5	2,1	4,5	10,6	3,5	0,0	0,0	2,4	4,3	1,0	1,4	5,1	4,5	2,1	4,5	10,6	3,5			
Total Predial	18,8	100,0	56,7	100,0	70,1	100,0	113,9	100,0	46,6	100,0	306,1	100,0	18,8	100,0	56,7	100,0	70,1	100,0	113,9	100,0	46,6	100,0	306,1	100,0			

Fuente: Elaboración propia.

9.5.3. Gradualidad de los Cambios Propuestos

Los cambios se producen en dos condiciones de actividad productiva distintas:

a) Terrenos en producción que mantienen especies actuales:

En terrenos con especies anuales o frutales ya existentes y que no cambian de rubro en Situación con Proyecto los cambios se centran en el mejoramiento progresivo del manejo productivo, que finalmente repercuten en los márgenes económicos. De esta forma, en el Cuadro 9-89 se presenta la gradualidad de incorporación porcentual para cada uno de los estratos de tamaño.

Cuadro 9-89: Grado de estabilización de los márgenes brutos especies anuales y frutales existentes

Año	Estabilización de los Márgenes (%)
0	0,0
1	10,0
2	30,0
3	50,0
4	70,0
5	90,0
6	100,0

Fuente: Elaboración propia.

b) Terrenos en producción que cambian las especies actuales o terrenos sin uso que implementen especies regadas:

En el caso de terrenos que en Situación Con Proyecto implementen nuevos cultivos anuales el cambio radica en la incorporación gradual de superficie, a un ritmo homólogo al presentado en el Cuadro 9-89, en concordancia con la capacidad financiera y técnica para enfrentar los incentivos de la mayor disponibilidad de agua.

En el caso de las nuevas plantaciones de frutales, se consideró un período de establecimiento de cinco años para todos los estratos. Además del período de establecimiento y de puesta en riego se contempló la progresión natural de producción asociada a la edad y que contempla distintos costos e ingresos, según su entrada en producción y período de estabilización.

Los valores correspondientes a la ponderación final se han representado como una curva logística, los cuales corresponden a la sucesión de valores acumulados y expresados en términos porcentuales. Esta información es posible visualizar desde el Gráfico 9-1 al Gráfico 9-10.

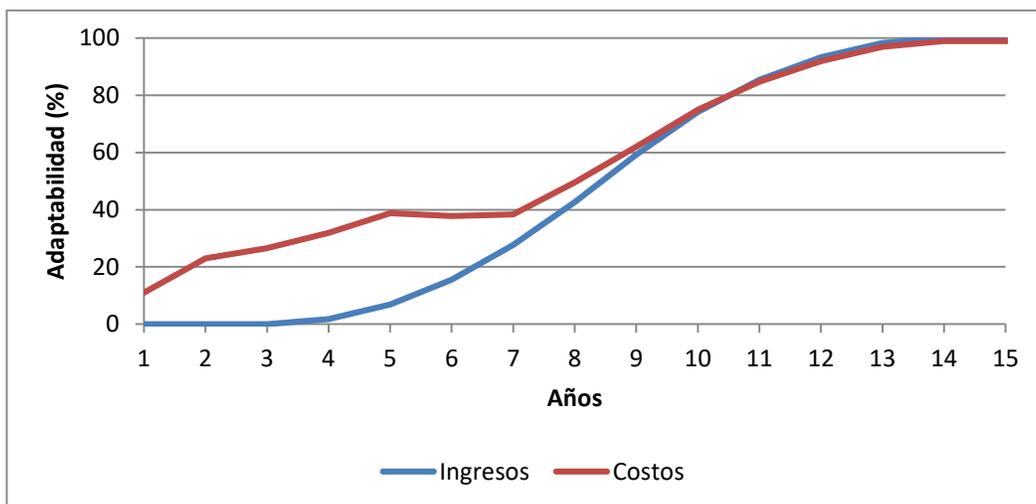


Gráfico 9-1: Curvas logísticas ingreso y costo Cerezo

Fuente: Elaboración propia, a partir de fichas técnico-económicas de cultivos.

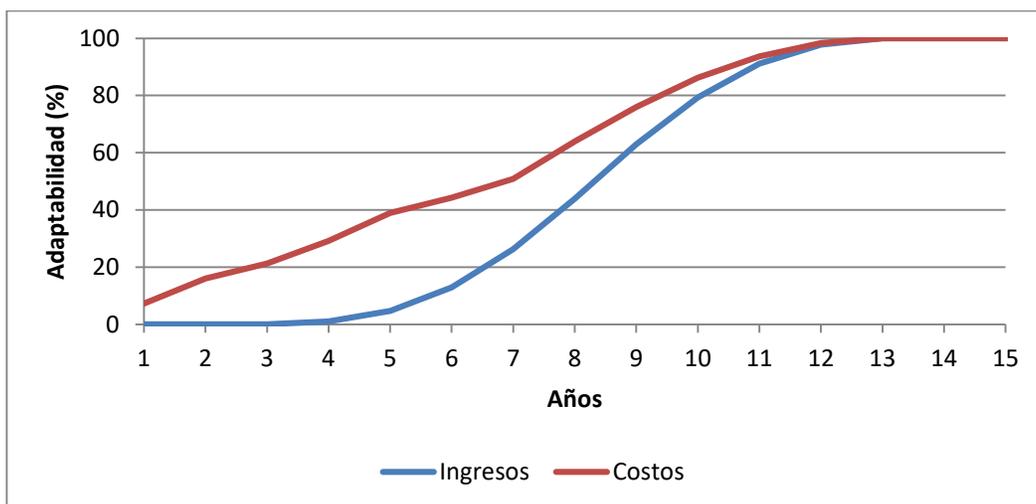


Gráfico 9-2: Curvas logísticas ingreso y costo Huerto Frutal

Fuente: Elaboración propia, a partir de fichas técnico-económicas de cultivos.

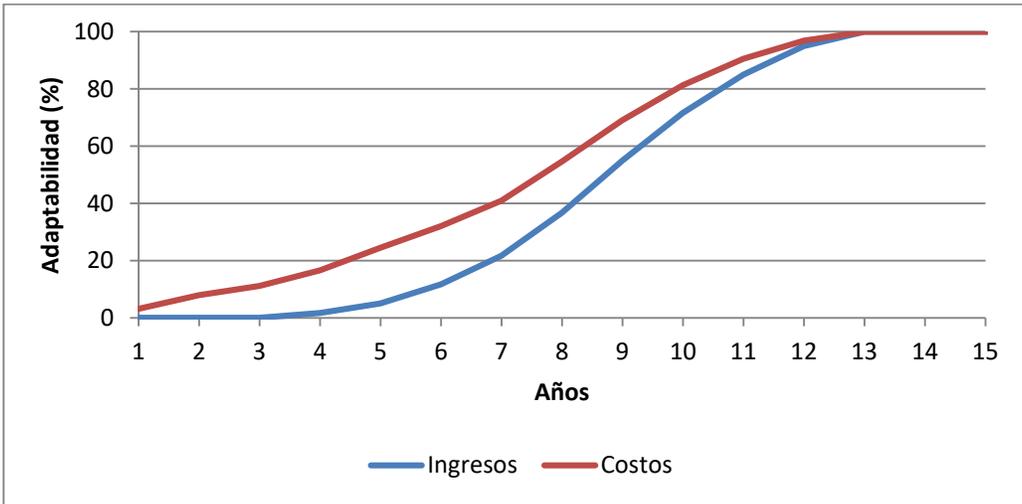


Gráfico 9-3: Curvas logísticas ingreso y costo Limonero

Fuente: Elaboración propia, a partir de fichas técnico-económicas de cultivos.

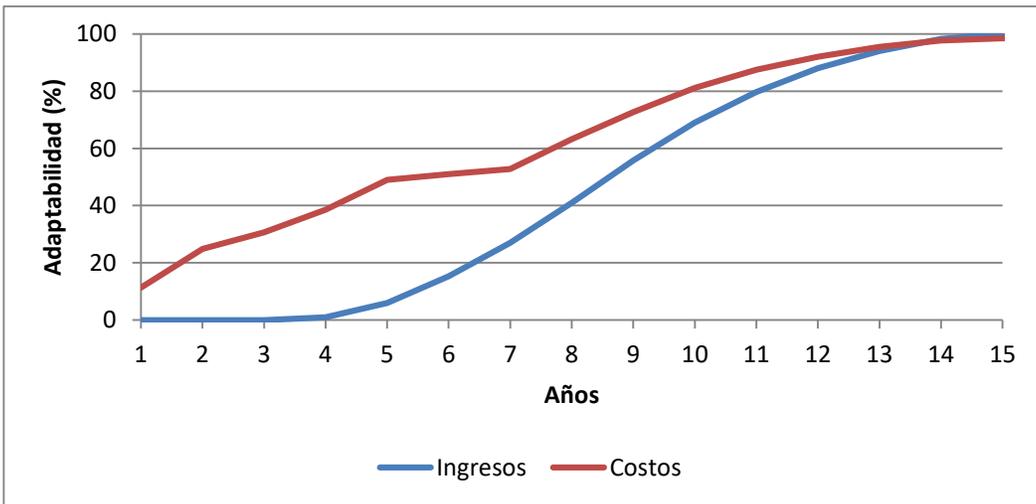


Gráfico 9-4: Curvas logísticas ingreso y costo Nogal

Fuente: Elaboración propia, a partir de fichas técnico-económicas de cultivos.

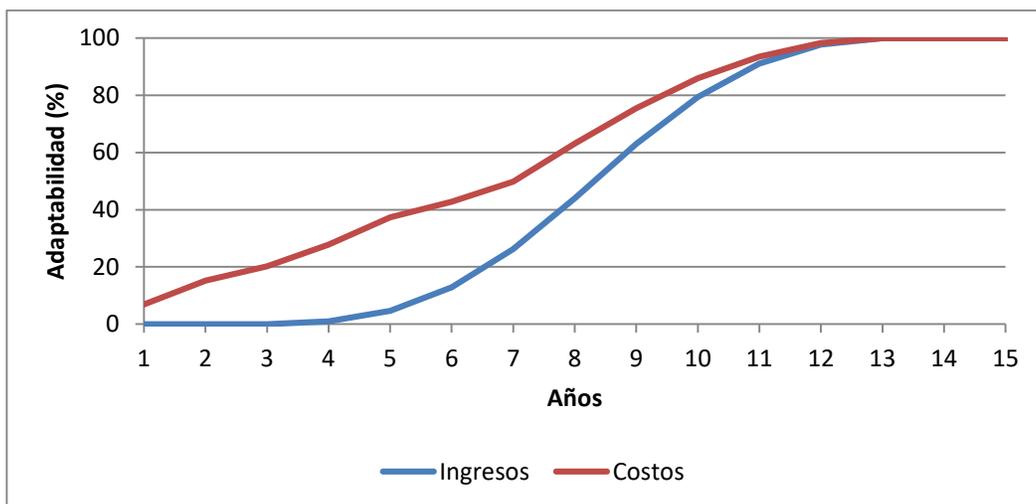


Gráfico 9-5: Curvas logísticas ingreso y costo Olivo

Fuente: Elaboración propia, a partir de fichas técnico-económicas de cultivos.

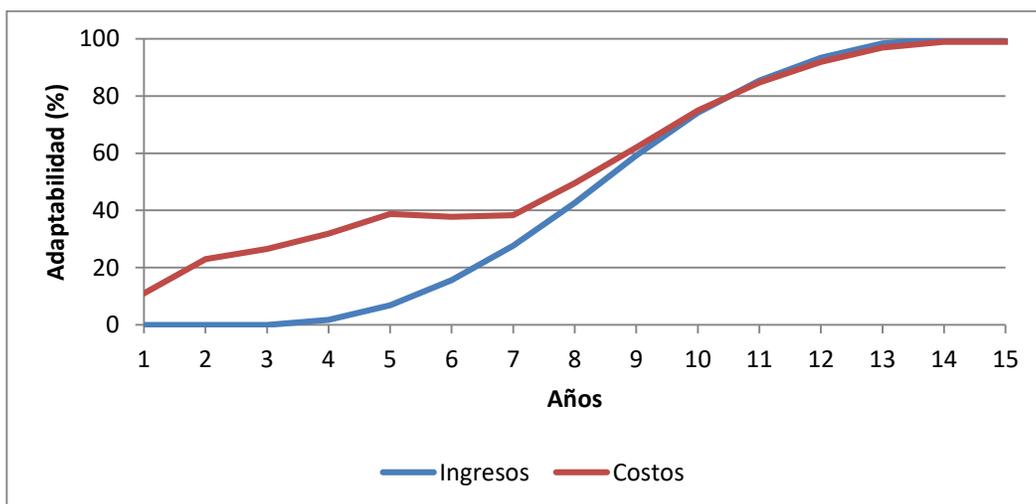


Gráfico 9-6: Curvas logísticas ingreso y costo Otros Frutales

Fuente: Elaboración propia, a partir de fichas técnico-económicas de cultivos.

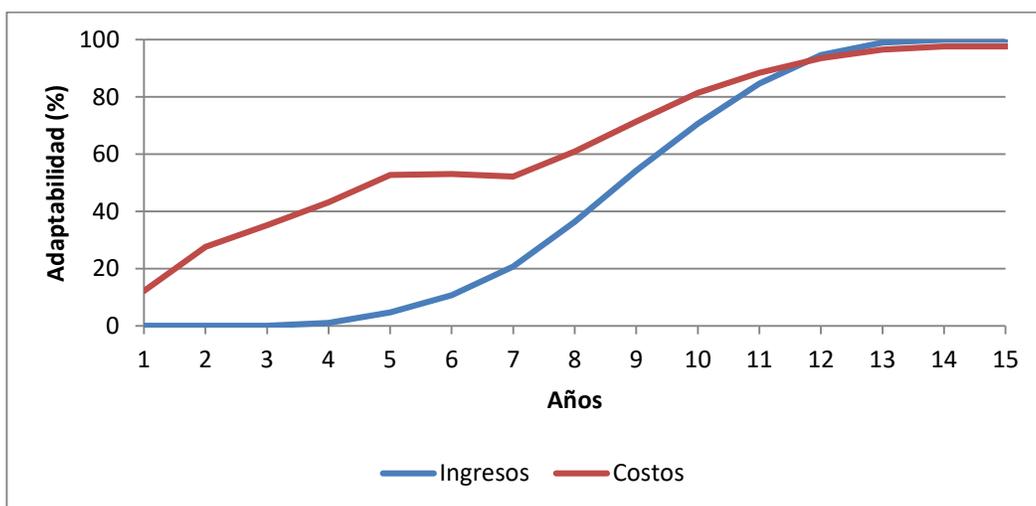


Gráfico 9-7: Curvas logísticas ingreso y costo Palto

Fuente: Elaboración propia, a partir de fichas técnico-económicas de cultivos.

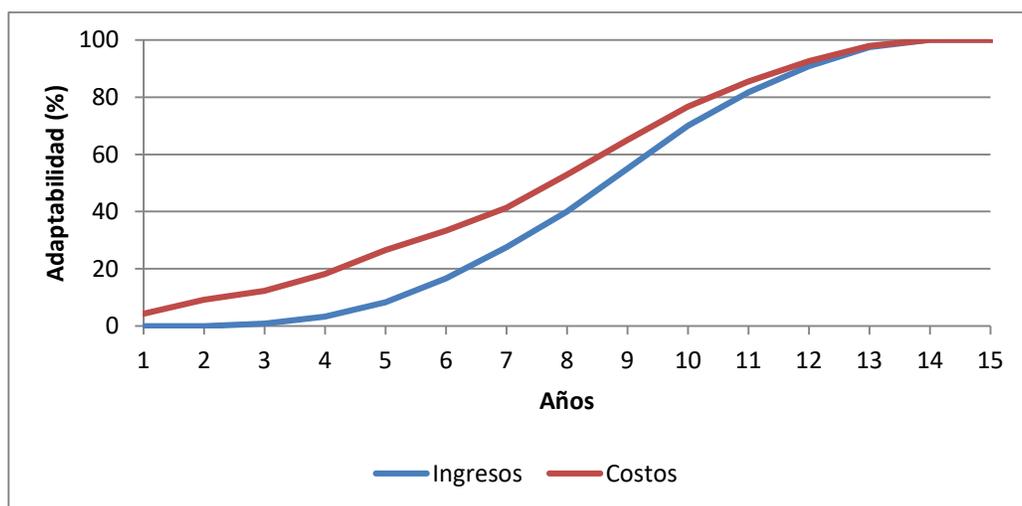


Gráfico 9-8: Curvas logísticas ingreso y costo Arándano

Fuente: Elaboración propia, a partir de fichas técnico-económicas de cultivos.

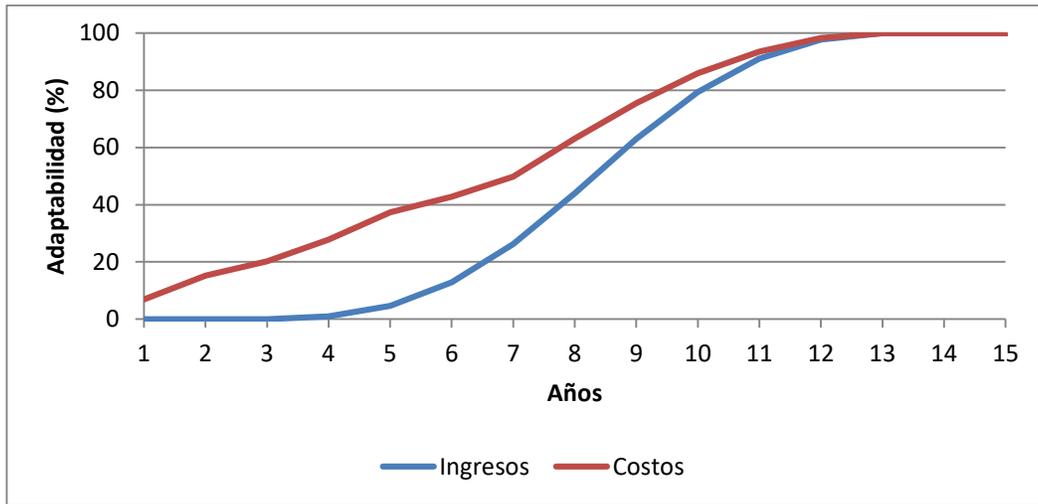


Gráfico 9-9: Curvas logísticas ingreso y costo Avellano europeo

Fuente: Elaboración propia, a partir de fichas técnico-económicas de cultivos.

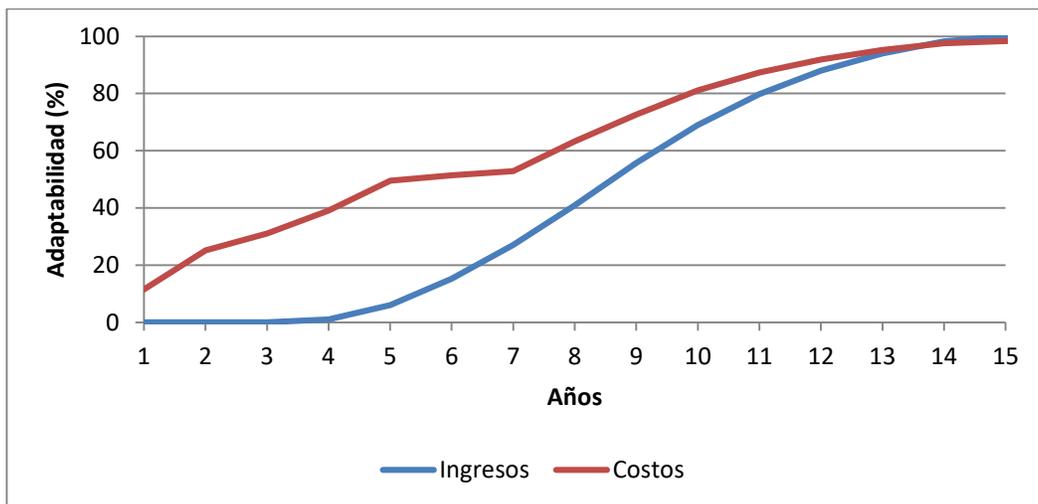


Gráfico 9-10: Curvas logísticas ingreso y costo Almendro

Fuente: Elaboración propia, a partir de fichas técnico-económicas de cultivos.

9.5.4. Demandas de Agua por Proyecto

Tal como se realizó para la Situación Actual, utilizando los mismos parámetros de coeficiente de cultivo (K_c), precipitación y evapotranspiración, a continuación, se realiza la estimación de las demandas de agua para uso agrícola en la Situación Con Proyecto.

Con respecto a la demanda bruta total de agua para uso en riego, se multiplicó cada tasa de riego ponderada por la superficie física de riego actual y Con Proyecto (Cuadro 9-90 y Cuadro 9-94, respectivamente).

En el Anexo 9 -13 se presenta el detalle de los cálculos realizados.

Cuadro 9-90: Demanda bruta total
1. Cementerio y otros

TIPO	CULTIVO	Sup (ha)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Situación Actual															
Cultivos Anuales	Chacra	2,6	0	0	0	0	0	0	975	4.626	7.314	12.556	7.783	2.665	35.918
	Hortalizas	1,5	0	0	0	0	0	0	656	1.497	4.363	5.274	4.387	2.838	19.016
	Maíz	0,3	0	0	0	0	0	0	189	628	1.093	1.368	1.005	607	4.892
	Papa	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cultivos Invernadero	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Poroto	0,2	0	0	0	0	0	0	60	287	453	778	482	165	2.225
Frutales	Cerezo	0,9	0	0	0	0	0	172	817	1.601	1.993	1.679	1.367	586	8.216
	Huerto Frutal	2,3	0	0	0	0	0	0	1.565	4.029	6.186	7.057	4.840	2.367	26.044
	Limonero	0,0	15	0	0	0	0	8	18	30	39	43	36	31	219
	Nogal	0,6	212	0	0	0	0	57	515	1.225	1.735	1.983	1.588	1.105	8.420
	Olivo	1,6	154	0	0	0	0	0	848	2.148	3.273	3.741	2.620	961	13.744
	Otros Frutales	0,4	0	0	0	0	0	64	304	596	742	625	509	218	3.059
	Palto	0,9	676	0	0	0	0	336	782	1.318	1.848	1.998	1.798	1.455	10.210
	Arándano	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Avellano Europeo	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Almendro	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (m3/mes)		11,2	1.057	0	0	0	0	636	6.729	17.986	29.040	37.101	26.416	12.997	131.962
TOTAL (L/s)			0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,5	6,9	10,8	13,9	10,2	4,9	-
Tasa de Riego Área de Estudio (m3/ha/mes)			94,7	0,0	0,0	0,0	0,0	57,0	602,8	1611,3	2601,6	3323,7	2366,4	1164,3	11.822
Situación Con Proyecto															
Cultivos Anuales	Chacra	4,0	0	0	0	0	0	0	921	4.372	6.914	11.868	7.358	2.522	33.956
	Hortalizas	7,0	0	0	0	0	0	0	2.504	5.710	16.639	20.113	16.730	10.823	72.519
	Maíz	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Papa	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cultivos Invernadero	4,4	2.900	0	0	0	0	719	3.409	6.686	10.230	11.514	10.467	6.519	52.444
	Poroto	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frutales	Cerezo	4,7	0	0	0	0	0	741	3.515	6.887	8.569	7.220	5.880	2.517	35.329
	Huerto Frutal	5,3	0	0	0	0	0	0	2.463	6.340	9.737	11.108	7.616	3.729	40.993
	Limonero	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nogal	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Olivo	2,3	194	0	0	0	0	0	1.066	2.703	4.118	4.707	3.296	1.210	17.294
	Otros Frutales	1,2	0	0	0	0	0	257	1.216	2.384	2.968	2.500	2.035	872	12.233
	Palto	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arándano	1,2	105	0	0	0	0	0	660	1.679	2.608	2.812	1.985	1.089	10.937
	Avellano Europeo	2,5	1.552	0	0	0	0	385	1.320	2.921	4.554	5.141	4.887	3.486	24.246
	Almendro	2,5	0	0	0	0	0	385	1.826	3.577	4.450	3.750	3.054	1.308	18.349
TOTAL (m3/mes)		35,2	4.751	0	0	0	0	2.486	18.899	43.259	70.786	80.733	63.310	34.075	318.299
TOTAL (L/s)			1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	7,1	16,7	26,4	30,1	24,4	12,7	-
Tasa de Riego Área de Estudio (m3/ha/mes)			135,1	0,0	0,0	0,0	0,0	70,7	537,5	1230,3	2013,1	2296,0	1800,5	969,1	9.052

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-91: Demanda bruta total 2. El Barco y otros

TIPO	CULTIVO	Sup (ha)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Situación Actual															
Cultivos Anuales	Chacra	1,5	0	0	0	0	0	0	575	2.728	4.312	7.401	4.588	1.571	21.175
	Hortalizas	0,9	0	0	0	0	0	0	394	898	2.617	3.163	2.632	1.702	11.406
	Maíz	0,2	0	0	0	0	0	0	119	394	686	859	631	381	3.071
	Papa	0,1	0	0	0	0	0	0	33	75	218	264	219	142	950
	Cultivos Invernadero	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Poroto	0,1	0	0	0	0	0	0	31	149	235	403	250	86	1.153
Frutales	Cerezo	0,7	0	0	0	0	0	127	601	1.179	1.467	1.236	1.007	431	6.049
	Huerto Frutal	1,5	0	0	0	0	0	0	970	2.497	3.832	4.372	2.999	1.467	16.137
	Limonero	0,1	104	0	0	0	0	52	120	203	269	291	246	211	1.495
	Nogal	0,4	118	0	0	0	0	32	287	682	966	1.104	884	615	4.686
	Olivo	0,8	84	0	0	0	0	0	459	1.163	1.772	2.025	1.419	520	7.443
	Otros Frutales	0,2	0	0	0	0	0	38	179	352	437	369	300	129	1.803
	Palto	0,5	365	0	0	0	0	182	423	713	999	1.079	972	786	5.519
	Arándano	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Avellano Europeo	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Almendro	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL (m3/mes)		6,8	671	0	0	0	0	430	4.192	11.032	17.810	22.567	16.146	8.041	80.888
TOTAL (L/s)			0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,6	4,3	6,6	8,4	6,2	3,0	-
Tasa de Riego Área de Estudio (m3/ha/mes)			98,3	0,0	0,0	0,0	0,0	63,0	614,4	1616,8	2610,1	3307,4	2366,3	1178,4	11.855
Situación Con Proyecto															
Cultivos Anuales	Chacra	2,6	0	0	0	0	0	0	585	2.778	4.393	7.541	4.676	1.602	21.577
	Hortalizas	3,8	0	0	0	0	0	0	1.359	3.101	9.035	10.922	9.085	5.877	39.379
	Maíz	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Papa	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cultivos Invernadero	2,9	1.948	0	0	0	0	483	2.290	4.492	6.873	7.735	7.032	4.380	35.232
	Poroto	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frutales	Cerezo	2,8	0	0	0	0	0	436	2.071	4.057	5.048	4.253	3.464	1.483	20.812
	Huerto Frutal	3,2	0	0	0	0	0	0	1.504	3.870	5.943	6.780	4.649	2.276	25.022
	Limonero	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nogal	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Olivo	1,5	127	0	0	0	0	0	698	1.770	2.696	3.082	2.158	792	11.323
	Otros Frutales	0,7	0	0	0	0	0	136	643	1.260	1.568	1.321	1.075	461	6.463
	Palto	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arándano	0,9	76	0	0	0	0	0	475	1.210	1.879	2.026	1.430	785	7.880
	Avellano Europeo	1,5	969	0	0	0	0	240	824	1.824	2.844	3.210	3.052	2.177	15.139
Almendro	1,5	0	0	0	0	0	240	1.140	2.234	2.779	2.341	1.907	816	11.458	
TOTAL (m3/mes)		21,5	3.120	0	0	0	0	1.535	11.589	26.594	43.058	49.212	38.527	20.649	194.285
TOTAL (L/s)			1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	4,3	10,3	16,1	18,4	14,9	7,7	-
Tasa de Riego Área de Estudio (m3/ha/mes)			145,4	0,0	0,0	0,0	0,0	71,5	539,9	1239,1	2006,1	2292,9	1795,0	962,1	9.052

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-92: Demanda bruta total
3. El Galpón

TIPO	CULTIVO	Sup (ha)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Situación Actual															
Cultivos Anuales	Chacra	0,9	0	0	0	0	0	0	329	1.561	2.468	4.237	2.627	899	12.123
	Hortalizas	1,1	0	0	0	0	0	0	428	975	2.842	3.436	2.858	1.848	12.386
	Maíz	0,3	0	0	0	0	0	0	195	647	1.125	1.408	1.034	625	5.035
	Papa	0,1	0	0	0	0	0	0	86	195	568	687	571	369	2.476
	Cultivos Invernadero	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Poroto	0,0	0	0	0	0	0	0	13	62	98	168	104	36	481
Frutales	Cerezo	0,7	0	0	0	0	0	109	519	1.017	1.266	1.066	868	372	5.216
	Huerto Frutal	1,0	0	0	0	0	0	0	555	1.426	2.189	2.498	1.714	839	9.222
	Limonero	0,1	287	0	0	0	0	143	332	560	742	804	679	581	4.129
	Nogal	1,0	256	0	0	0	0	68	623	1.481	2.098	2.398	1.920	1.336	10.178
	Olivo	0,6	68	0	0	0	0	0	375	951	1.448	1.655	1.159	425	6.080
	Otros Frutales	0,1	0	0	0	0	0	14	66	129	161	136	110	47	664
	Palto	0,2	146	0	0	0	0	73	169	285	400	432	389	315	2.211
	Arándano	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Avellano Europeo	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Almendro	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL (m3/mes)			757	0	0	0	0	407	3.689	9.289	15.405	18.926	14.034	7.693	70.200
TOTAL (L/s)		6,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4	3,6	5,8	7,1	5,4	2,9	-
Tasa de Riego Área de Estudio (m3/ha/mes)			126,3	0,0	0,0	0,0	0,0	67,8	615,1	1548,6	2568,3	3155,2	2339,8	1282,5	11.704
Situación Con Proyecto															
Cultivos Anuales	Chacra	1,8	0	0	0	0	0	0	418	1.982	3.134	5.379	3.335	1.143	15.390
	Hortalizas	2,6	0	0	0	0	0	0	939	2.143	6.243	7.546	6.277	4.061	27.209
	Maíz	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Papa	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cultivos Invernadero	0,7	488	0	0	0	0	121	574	1.126	1.722	1.939	1.762	1.098	8.830
	Poroto	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frutales	Cerezo	3,4	0	0	0	0	0	525	2.492	4.884	6.076	5.119	4.170	1.785	25.051
	Huerto Frutal	2,4	0	0	0	0	0	0	1.139	2.933	4.504	5.138	3.523	1.725	18.962
	Limonero	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nogal	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Olivo	0,8	67	0	0	0	0	0	370	937	1.428	1.632	1.143	420	5.997
	Otros Frutales	0,9	0	0	0	0	0	197	935	1.833	2.281	1.922	1.565	670	9.404
	Palto	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arándano	1,7	145	0	0	0	0	0	914	2.326	3.612	3.896	2.749	1.509	15.152
	Avellano Europeo	3,0	1.885	0	0	0	0	468	1.603	3.548	5.532	6.246	5.937	4.235	29.454
Almendro	3,3	0	0	0	0	0	521	2.469	4.839	6.020	5.072	4.131	1.769	24.820	
TOTAL (m3/mes)		20,8	2.586	0	0	0	0	1.832	11.854	26.549	40.553	43.890	34.593	18.413	180.270
TOTAL (L/s)			1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	4,4	10,2	15,1	16,4	13,3	6,9	-
Tasa de Riego Área de Estudio (m3/ha/mes)			124,3	0,0	0,0	0,0	0,0	88,1	570,0	1276,5	1949,8	2110,3	1663,3	885,3	8.668

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-93: Demanda bruta total
4. Embalse Ránquil

TIPO	CULTIVO	Sup (ha)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Situación Actual															
Cultivos Anuales	Chacra	17,5	0	0	0	0	0	0	0	20.815	36.994	67.586	40.737	11.264	177.396
	Hortalizas	3,2	0	0	0	0	0	0	331	2.327	8.399	10.576	8.644	5.255	35.531
	Maíz	1,1	0	0	0	0	0	0	214	1.957	3.763	4.920	3.534	1.970	16.358
	Papa	0,6	0	0	0	0	0	0	57	402	1.451	1.827	1.493	907	6.137
	Cultivos Invernadero	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Poroto	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	459	816	1.490	898	248
Frutales	Cerezo	2,7	0	0	0	0	0	0	1.370	3.403	4.474	3.921	3.096	1.082	17.346
	Huerto Frutal	8,4	0	0	0	0	0	0	2.124	9.139	15.226	18.145	12.099	5.142	61.876
	Limonero	2,1	961	0	0	0	0	0	1.364	2.777	3.922	4.435	3.666	2.999	20.124
	Nogal	0,8	0	0	0	0	0	0	222	793	1.209	1.445	1.130	734	5.534
	Olivo	3,0	0	0	0	0	0	0	645	2.721	4.511	5.390	3.671	1.089	18.027
	Otros Frutales	1,7	0	0	0	0	0	0	1.095	2.722	3.580	3.135	2.478	866	13.876
	Palto	10,4	3.922	0	0	0	0	0	5.562	11.341	16.976	19.134	16.924	13.085	86.943
	Arándano	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Avellano Europeo	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Almendro	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL (m3/mes)		51,8	4.883	0	0	0	0	0	12.983	58.857	101.321	142.003	98.369	44.642	463.057
TOTAL (L/s)			1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	22,7	37,8	53,0	38,0	16,7	-
Tasa de Riego Área de Estudio (m3/ha/mes)			94,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	250,7	1136,5	1956,5	2742,1	1899,5	862,0	8.942
Situación Con Proyecto															
Cultivos Anuales	Chacra	27,8	0	0	0	0	0	0	0	21.061	37.475	68.440	41.259	11.407	179.640
	Hortalizas	45,2	0	0	0	0	0	0	3.391	23.826	85.989	108.278	88.476	53.800	363.760
	Maíz	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Papa	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cultivos Invernadero	11,1	3.439	0	0	0	0	0	5.159	12.813	20.934	24.417	21.877	12.880	101.518
	Poroto	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frutales	Cerezo	59,9	0	0	0	0	0	0	26.405	65.684	86.341	75.623	59.756	20.837	334.645
	Huerto Frutal	35,7	0	0	0	0	0	0	7.352	31.623	52.716	62.817	41.902	17.774	214.185
	Limonero	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nogal	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Olivo	9,1	0	0	0	0	0	0	1.870	7.896	13.088	15.638	10.655	3.158	52.306
	Otros Frutales	16,3	0	0	0	0	0	0	9.604	23.896	31.410	27.522	21.740	7.595	121.768
	Palto	46,9	16.617	0	0	0	0	0	23.517	47.972	71.770	80.877	71.536	55.295	367.582
	Arándano	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Avellano Europeo	53,6	15.813	0	0	0	0	0	14.205	46.636	79.174	93.325	87.268	59.126	395.546
Almendro	45,1	0	0	0	0	0	0	19.907	49.520	65.093	57.013	45.051	15.709	252.294	
TOTAL (m3/mes)		350,8	35.869	0	0	0	0	0	111.410	330.926	543.990	613.950	489.519	257.580	2.383.243
TOTAL (L/s)			13,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,6	127,7	203,1	229,2	188,9	96,2	-
Tasa de Riego Área de Estudio (m3/ha/mes)			102,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	317,6	943,4	1550,8	1750,2	1395,5	734,3	6.794

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-94: Demanda bruta total
5. Embalse Rahuill

TIPO	CULTIVO	Sup (ha)	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Situación Actual															
Cultivos Anuales	Chacra	10,2	0	0	0	0	0	0	0	12.088	21.491	39.272	23.667	6.547	103.064
	Hortalizas	1,9	0	0	0	0	0	0	197	1.389	5.008	6.305	5.154	3.134	21.186
	Maíz	0,7	0	0	0	0	0	0	130	1.191	2.291	2.995	2.151	1.200	9.959
	Papa	0,4	0	0	0	0	0	0	33	235	847	1.067	872	530	3.584
	Cultivos Invernadero	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Poroto	0,2	0	0	0	0	0	0	0	274	487	890	536	148	2.335
Frutales	Cerezo	1,6	0	0	0	0	0	0	782	1.945	2.556	2.239	1.769	617	9.909
	Huerto Frutal	4,9	0	0	0	0	0	0	1.253	5.398	8.999	10.723	7.152	3.036	36.560
	Limonero	1,2	565	0	0	0	0	0	800	1.631	2.303	2.604	2.152	1.761	11.816
	Nogal	0,5	0	0	0	0	0	0	127	454	692	827	647	421	3.169
	Olivo	1,7	0	0	0	0	0	0	378	1.600	2.650	3.168	2.158	641	10.595
	Otros Frutales	1,0	0	0	0	0	0	0	657	1.633	2.148	1.881	1.486	518	8.324
	Palto	6,1	2.295	0	0	0	0	0	3.254	6.636	9.932	11.195	9.896	7.656	50.864
	Arándano	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Avellano Europeo	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Almendro	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL (m3/mes)			2.860	0	0	0	0	0	7.611	34.475	59.405	83.166	57.640	26.209	271.365
TOTAL (L/s)		30,2	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	13,3	22,2	31,1	22,2	9,8	-
Tasa de Riego Área de Estudio (m3/ha/mes)			94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	251,9	1140,9	1965,9	2752,3	1907,6	867,4	8.981
Situación Con Proyecto															
Cultivos Anuales	Chacra	16,4	0	0	0	0	0	0	0	12.441	22.137	40.429	24.372	6.738	106.118
	Hortalizas	26,4	0	0	0	0	0	0	1.983	13.932	50.281	63.314	51.735	31.459	212.705
	Maíz	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Papa	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cultivos Invernadero	6,6	2.037	0	0	0	0	0	3.055	7.589	12.399	14.463	12.958	7.629	60.131
	Poroto	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frutales	Cerezo	35,3	0	0	0	0	0	0	15.565	38.718	50.895	44.577	35.224	12.283	197.262
	Huerto Frutal	21,0	0	0	0	0	0	0	4.335	18.645	31.082	37.037	24.705	10.480	126.283
	Limonero	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nogal	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Olivo	5,3	0	0	0	0	0	0	1.102	4.654	7.713	9.216	6.280	1.861	30.826
	Otros Frutales	9,6	0	0	0	0	0	0	5.648	14.054	18.473	16.186	12.786	4.467	71.613
	Palto	27,8	9.846	0	0	0	0	0	13.934	28.425	42.527	47.922	42.387	32.764	217.806
	Arándano	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Avellano Europeo	31,7	9.346	0	0	0	0	0	8.396	27.564	46.795	55.160	51.579	34.946	233.787
Almendro	26,7	0	0	0	0	0	0	11.768	29.274	38.481	33.704	26.632	9.287	149.147	
TOTAL (m3/mes)			21.229	0	0	0	0	0	65.787	195.296	320.783	362.009	288.660	151.913	1.405.678
TOTAL (L/s)		206,9	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,6	75,3	119,8	135,2	111,4	56,7	-
Tasa de Riego Área de Estudio (m3/ha/mes)			102,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	317,9	943,8	1550,3	1749,5	1395,1	734,2	6.793

Fuente: Elaboración propia.

9.5.5. Caracterización Económica

En el desarrollo de la presente Etapa, se presenta en detalle la descripción de los criterios de desarrollo y las consideraciones necesarias para el diseño de una estructura de cultivos que de cuerpo a parte productiva de Situación Con Proyecto.

La finalidad del presente capítulo es la de representar el impacto de obras de riego que mejoran las condiciones productivas del área a través del aumento de la seguridad de riego, rescatando lo mejor de los cultivos de Situación Actual, proyectando cambios tecnológicos en su manejo y su enfoque comercial, de manera de reestructurar el uso de suelo, incorporando además, el desarrollo de alternativas de cultivo de poco o ningún desarrollo comercial en la zona, pero que presentan potencial de mayor rentabilidad.

La mayor parte de las alternativas propuestas para integrar esta estructura de cultivos están ya presentes en Situación Actual, no obstante, como cultivos de autoconsumo y numerosos emprendimientos de prueba orientados a la comercialización, pero con un manejo muy básico. De este modo, los aumentos de rendimientos con respecto a la Situación Actual se basan en que la disponibilidad de agua de riego en forma segura incentiva una mayor inversión, mejores perspectivas de rentabilidad, permitiendo menor riesgo económico a la inversión y, por ende, implementación de un plan de manejo productivo de mayor intensidad.

En un contexto general, se trata de representar el impacto de un proyecto que mejora sustancialmente las condiciones productivas del área, contrastando rendimientos de cultivos de nivel tecnológico medio con la precaria productividad presentada por los cultivos de Situación Actual, en su bajo nivel tecnológico y con las comentadas características de su escaso suministro hídrico y rendimientos bajos.

Por lo tanto el aumento en productividad en Situación Con Proyecto se justifica en base al aumento en la seguridad de riego, al aumento de volumen de suministro hídrico, a la implementación de nuevos estándares tecnológicos de manejo productivo, potenciación de cultivos actuales rentables e innovaciones productivas de buenas perspectivas comerciales, mayor eficiencia en la aplicación del riego a través de tecnificación, mayor eficiencia en el uso de mano de obra, maquinaria e insumos, todo bajo el alero de la implementación del programa de Transferencia Tecnológica diseñado para el apoyo y monitoreo del desarrollo agrícola a producirse en el marco de los proyectos en estudio.

9.5.5.1. Fichas Técnico Económicas

Como se mencionó anteriormente, se elaboraron fichas o estándares productivos y económicos por cultivo, considerando para ello el nivel tecnológico actual, sistemas productivos, etc. Dichos estándares se llevaron a cabo para cada uno de los rubros productivos designados para el área del proyecto tanto para situación Actual como para Situación Con Proyecto.

Tal como se consigna en los Términos de Referencia del presente estudio, se utilizó como base para la confección de estos estándares la información de fichas técnico-económicas provenientes de información secundaria. Esto es, fichas elaboradas o recopiladas por Indap, Odepa, CNR y de diversos estudios anteriores, con la correspondiente actualización de precios de insumos productivos y de comercialización de productos. Para los estándares de situación Con Proyecto fueron introducidas mejoras productivas coherentes al aumento de nivel tecnológico y de rendimientos proyectado. Al mismo tiempo se recurrió a textos especializados, otros estudios similares y la experiencia del consultor en esta materia para la confección de fichas asociadas a nuevas alternativas de cultivo.

Además, se procuró acercamiento a los estándares técnicos de manejo de agroquímicos, fertilizantes y reguladores de crecimiento recomendados por los fabricantes dependiendo de cada cultivo, su estado de desarrollo y la época del año en que se implementa su uso.

En el cálculo de márgenes de cada estándar, no se han considerado los costos de inversión del riego tecnificado.

Los costos de los insumos no contemplan I.V.A. y han sido aproximados a la fracción superior, eliminando los decimales resultantes en las operaciones aritméticas.

Se ha considerado en todos los costos directos, de cada uno de los rubros, un costo por concepto de imprevistos, el que asciende a un 5% de los costos directos en que se ha incurrido.

Los precios unitarios y los coeficientes técnicos para la conversión a precios sociales son los mismos utilizados en la Situación Actual.

Las fichas técnico-económicas de ambas situaciones se presentan en el Anexo 9-12 (digital), diferenciadas por cultivo y nivel tecnológico.

En el Cuadro 9-95 se comparan los márgenes futuros propuestos con los obtenidos en Situación Actual y Situación Sin Proyecto, indicando las variaciones respectivas.

Cabe señalar que los márgenes negativos corresponden a aquellos años donde los costos superan los ingresos, lo que es característico del año de establecimiento de los frutales y los inmediatamente siguientes, donde no hay producción o ésta es muy escasa determinando números negativos. Se identifica con el rótulo de "riego" a aquellas alternativas de cultivo que también se encuentra bajo secano, diferenciándose éstas con el rótulo "secano". El resto de los cultivos sin rótulo son de riego.

Los cultivos sin margen en SCP es porque solo existen en SA, como el caso de nogal y limón y la vid bajo riego. Los que no presentan márgenes en SA es porque son alternativas nuevas solo presentes en SCP, como el avellano europeo.

Cuadro 9-95: Comparación margen bruto por hectárea de rubros productivos Situación Actual vs Situación Con Proyecto (precios a abril de 2021)

Cultivo	Año	Nivel Tecnológico		Precios de Mercado (\$)			Precios Sociales (\$)		
		SA	SCP	SA	SCP	Var. Con SA	SA	SCP	Var. Con SA
Papa	1	Bajo	Medio	2.090.934	3.070.378	46,8%	2.406.232	3.439.450	42,9%
Poroto	1	Bajo	Medio	417.282	1.220.679	192,5%	674.552	1.411.752	109,3%
Maíz Choclo	1	Bajo	Medio	1.333.524	1.573.405	18,0%	1.600.273	1.947.884	21,7%
Hortalizas (tomate)	1	Medio	Alto	4.088.072	8.640.350	111,4%	5.627.443	12.405.314	120,4%
Tomate Invernadero	1	Medio	Alto	-	33.428.435	-	-	36.374.961	-
Chacra (lechuga)	1	Bajo	Medio	509.239	927.870	82,2%	922.174	1.590.418	72,5%
Pradera mixta (Secano)	1	Bajo	Bajo	-91.088	-91.088	0,0%	-21.619	-21.619	0,0%
	2 a 6	Bajo	Bajo	342.597	342.597	0,0%	413.825	413.825	0,0%
Pradera natural (Secano)	1	Bajo	Bajo	101.026	101.026	0,0%	128.798	128.798	0,0%
Arándano	0	Medio	Medio Alto	-	-5.605.419	-	-	-5.009.670	-
	1	Medio	Medio Alto	-	-772.887	-	-	-581.347	-
	2	Medio	Medio Alto	-	-1.536.574	-	-	-759.117	-
	3	Medio	Medio Alto	-	-655.625	-	-	658.845	-
	4	Medio	Medio Alto	-	690.558	-	-	2.830.485	-
	5	Medio	Medio Alto	-	2.967.975	-	-	5.618.153	-
	6	Medio	Medio Alto	-	3.832.673	-	-	6.820.014	-
	7	Medio	Medio Alto	-	6.048.261	-	-	9.559.998	-
	8 a 18	Medio	Medio Alto	-	8.769.900	-	-	13.331.276	-
Vid vinífera (Secano)	0	Bajo	Bajo	-2.133.013	-2.133.013	0,0%	-1.935.212	-1.935.212	0,0%
	1	Bajo	Bajo	-205.468	-205.468	0,0%	-165.474	-165.474	0,0%
	2	Bajo	Bajo	-456.640	-456.640	0,0%	-402.908	-402.908	0,0%
	3	Bajo	Bajo	-255.514	-255.514	0,0%	-137.386	-137.386	0,0%
	4	Bajo	Bajo	7.277	7.277	0,0%	151.655	151.655	0,0%
	5 a 20	Bajo	Bajo	71.493	71.493	0,0%	270.319	270.319	0,0%
Limón	0	Bajo	Medio	-1.308.223	-1.868.890	42,9%	-1.169.425	-1.670.607	-42,9%
	1 y 2	Bajo	Medio	-663.075	-947.250	42,9%	-632.210	-903.157	-42,9%
	3 y 4	Bajo	Medio	-485.400	-502.336	3,5%	-129.546	6.027	104,7%
	5 y 6	Bajo	Medio	541.865	1.347.372	148,7%	1.319.113	2.457.726	86,3%
	7 a 20	Bajo	Medio	2.621.566	4.891.650	86,6%	3.855.702	6.654.702	72,6%
Nogal	0	Bajo	Medio	-1.904.639	-2.380.799	25,0%	-1.788.851	-2.236.064	-25,0%
	1	Bajo	Medio	-359.267	-449.084	25,0%	-284.819	-356.023	-25,0%
	2	Bajo	Medio	-618.984	-773.731	25,0%	-559.729	-699.661	-25,0%
	3	Bajo	Medio	-242.344	-184.180	-24,0%	-108.570	-15.776	85,5%
	4	Bajo	Medio	864.940	1.556.175	79,9%	1.118.946	1.878.432	67,9%
	5	Bajo	Medio	1.283.210	2.227.450	73,6%	1.603.346	2.633.854	64,3%
	6	Bajo	Medio	1.751.885	2.961.732	69,1%	2.118.036	3.427.138	61,8%
	7	Bajo	Medio	2.159.149	3.589.561	66,2%	2.552.991	4.090.770	60,2%
	8	Bajo	Medio	2.395.548	3.974.122	65,9%	2.821.263	4.516.063	60,1%
	9 a 25	Bajo	Medio	3.095.260	5.056.575	63,4%	3.575.197	5.668.372	58,5%
Almendro	0	Bajo	Medio	-1.960.194	-2.450.243	25,0%	-1.844.476	-2.305.595	-25,0%
	1	Bajo	Medio	-364.830	-456.038	25,0%	-290.430	-363.038	-25,0%
	2	Bajo	Medio	-634.860	-793.575	25,0%	-575.701	-719.627	-25,0%
	3	Bajo	Medio	-325.219	-265.086	-18,5%	-192.255	-97.464	49,3%
	4	Bajo	Medio	570.741	1.279.179	124,1%	821.827	1.598.702	94,5%
	5	Bajo	Medio	900.928	1.868.711	107,4%	1.217.265	2.271.568	86,6%
	6	Bajo	Medio	1.281.434	2.521.140	96,7%	1.642.905	2.982.186	81,5%
	7	Bajo	Medio	1.618.444	3.083.842	90,5%	2.006.906	3.580.042	78,4%
	8	Bajo	Medio	1.800.802	3.417.867	89,8%	2.220.596	3.954.296	78,1%
	9 a 25	Bajo	Medio	2.377.646	4.386.439	84,5%	2.850.435	4.991.590	75,1%
Huerto frutal (manzano)	0	Bajo	Medio Bajo	-2.308.095	-2.885.119	25,0%	-1.965.695	-2.457.118	-25,0%
	1	Bajo	Medio Bajo	-446.665	-558.331	25,0%	-356.581	-445.727	-25,0%
	2	Bajo	Medio Bajo	-1.209.625	-1.512.031	25,0%	-938.965	-1.173.706	-25,0%

Cuadro 9-95: Comparación margen bruto por hectárea de rubros productivos Situación Actual vs Situación Con Proyecto (precios a abril de 2021)

Cultivo	Año	Nivel Tecnológico		Precios de Mercado (\$)			Precios Sociales (\$)		
		SA	SCP	SA	SCP	Var. Con SA	SA	SCP	Var. Con SA
	3	Bajo	Medio Bajo	-826.855	-845.833	2,3%	-478.702	-410.529	14,2%
	4	Bajo	Medio Bajo	-521.317	-151.020	-71,0%	-43.558	446.482	1125,0%
	5	Bajo	Medio Bajo	453.314	1.609.615	255,1%	1.088.550	2.404.291	120,9%
	6	Bajo	Medio Bajo	1.062.837	2.788.707	162,4%	1.833.123	3.752.448	104,7%
	7 a 20	Bajo	Medio Bajo	1.603.822	3.882.126	142,1%	2.533.879	5.045.834	99,1%
Avellano europeo	0	-	Medio	-	-1.420.673	-	-	-1.304.034	-
	1	-	Medio	-	-276.334	-	-	-237.652	-
	2	-	Medio	-	-749.681	-	-	-626.947	-
	3	-	Medio	-	244.827	-	-	414.581	-
	4	-	Medio	-	1.700.509	-	-	1.932.421	-
	5	-	Medio	-	4.497.760	-	-	4.814.118	-
	6	-	Medio	-	6.563.616	-	-	6.947.358	-
	7 a 20	-	Medio	-	8.586.415	-	-	9.050.851	-
Olivo	0	Bajo	Medio	-805.304	-2.226.968	176,5%	-799.631	-1.896.998	-137,2%
	1	Bajo	Medio	-156.639	-433.165	176,5%	-145.728	-345.716	-137,2%
	2	Bajo	Medio	-424.954	-1.175.158	176,5%	-384.443	-912.029	-137,2%
	3	Bajo	Medio	165.655	-276.090	-266,7%	231.778	63.281	-72,7%
	4	Bajo	Medio	1.035.595	905.977	-12,5%	1.125.110	1.371.611	21,9%
	5	Bajo	Medio	2.698.847	3.384.510	25,4%	2.827.326	4.004.187	41,6%
	6	Bajo	Medio	3.929.593	5.156.459	31,2%	4.085.552	5.907.851	44,6%
	7 a 20	Bajo	Medio	5.135.932	6.860.915	33,6%	5.325.537	7.768.241	45,9%
Otros frutales (Damasco)	0	Bajo	Medio	-3.198.697	-4.228.314	32,2%	-2.849.851	-3.742.958	-31,3%
	1	Bajo	Medio	-282.471	-402.494	42,5%	-202.658	-303.148	-49,6%
	2	Bajo	Medio	-569.036	-958.383	68,4%	-472.485	-788.421	-66,9%
	3	Bajo	Medio	-41.803	86.236	-306,3%	217.353	426.308	96,1%
	4	Bajo	Medio	370.520	666.973	80,0%	729.656	1.175.056	61,0%
	5	Bajo	Medio	599.032	1.414.396	136,1%	1.261.758	2.213.778	75,5%
	6	Bajo	Medio	811.879	1.877.780	131,3%	1.603.630	2.816.631	75,6%
	7	Bajo	Medio	1.461.207	2.565.698	75,6%	2.289.615	3.677.977	60,6%
	8 a 20	Bajo	Medio	1.673.146	2.936.185	75,5%	2.720.928	4.353.472	60,0%
Cerezo	0	Bajo	Medio	-3.198.697	-4.228.314	32,2%	-2.849.851	-3.742.958	-31,3%
	1	Bajo	Medio	-282.471	-402.494	42,5%	-202.658	-303.148	-49,6%
	2	Bajo	Medio	-569.036	-958.383	68,4%	-472.485	-788.421	-66,9%
	3	Bajo	Medio	220.697	584.986	165,1%	482.478	930.046	92,8%
	4	Bajo	Medio	870.520	1.616.973	85,7%	1.234.656	2.134.556	72,9%
	5	Bajo	Medio	1.411.532	2.958.146	109,6%	2.082.383	3.772.966	81,2%
	6	Bajo	Medio	1.811.879	3.777.780	108,5%	2.613.630	4.735.631	81,2%
	7	Bajo	Medio	2.711.207	4.940.698	82,2%	3.552.115	6.076.727	71,1%
	8 a 20	Bajo	Medio	3.173.146	5.786.185	82,3%	4.235.928	7.231.972	70,7%
Palto	0	Bajo	Medio	-1.183.438	-1.479.298	25,0%	-1.052.934	-1.316.167	-25,0%
	1	Bajo	Medio	-424.912	-531.140	25,0%	-397.488	-496.859	-25,0%
	2	Bajo	Medio	-511.752	-639.689	25,0%	-474.168	-592.710	-25,0%
	3	Bajo	Medio	504.360	966.451	91,6%	541.306	1.012.632	87,1%
	4	Bajo	Medio	1.860.682	3.219.794	73,0%	1.983.030	3.372.715	70,1%
	5	Bajo	Medio	2.409.441	4.129.228	71,4%	2.561.675	4.319.504	68,6%
	6	Bajo	Medio	5.470.297	9.072.727	65,9%	5.647.416	9.294.089	64,6%
	7	Bajo	Medio	7.624.595	12.547.797	64,6%	7.831.011	12.805.769	63,5%
	8 a 20	Bajo	Medio	8.454.827	13.920.816	64,6%	8.694.023	14.219.757	63,6%

Fuente: Encuesta Agropecuaria.

9.5.5.2. Desarrollo del Riego

a) Aspectos Generales

El método de riego que se emplee, deberá ajustarse a las características morfológicas y fisiológicas de los cultivos desarrollados y a su vez, suplir sus requerimientos hídricos, lo cual determinará en gran parte, el éxito productivo del emprendimiento propuesto. La metodología de riego permitirá a cada cultivo optimizar su rendimiento, sin menoscabar las condiciones del suelo que los sustenta, ni del entorno en general. Por lo demás, los métodos de riego deben diseñarse para una determinada condición de operación, para lo cual corresponde considerar los siguientes factores:

- Factores de cultivo: Entre éstos se debe considerar la densidad de siembra o de plantación, hábitos de crecimiento de la especie (o variedad dentro de la especie) y susceptibilidad a enfermedades.
- Factores relacionados con el agua de riego: Especialmente la disponibilidad en cantidad del recurso, su factibilidad de extracción y su calidad (sedimentos, impurezas, dureza, salinidad, etc.).
- Factores de suelo: Se debe considerar la pendiente del terreno a cultivar, su velocidad de infiltración y las características de textura, profundidad del suelo, presencia de estratas impermeables, pedregosidad, etc.
- Factores humanos: habilidades y competencia del personal, posibilidades de capacitación, en especial cuando se trata de métodos automatizados (diseño y manejo de contingencias propias de la manipulación del sistema de riego).

En resumen, la elección de los métodos de riego a implementar depende, en gran medida, de las condiciones edafoclimáticas propias de la zona en la cual se desarrolla cada proyecto, además de las variables relacionadas con los cultivos que se desarrollan o pretenden instaurar en los predios que componen el área de estudio. Casos especiales se presentan en suelos de carácter no agrícola, en especial aquellos con Capacidad de Uso de clase VII y VIII. En estos, dada sus extremas limitaciones, se hace inviable la implementación de alguna metodología de riego localizado.

Dentro de la categoría de suelos de tipo agrícola, existen algunos que presentan mayores limitantes para el adecuado desarrollo del riego tradicional, entre los que se encuentran, suelos de clase VI o VII, que presentan características tales como: pendientes pronunciadas, que fluctúan entre un 2% y un 15%. La factibilidad de aplicar riego en ellos, vendrá acompañada de prácticas especiales de acondicionamiento y labores culturales que posibiliten su implementación. En este sentido, se recomienda desarrollar cultivos sobre camellones de tierra, idealmente que se orienten de forma perpendicular a la inclinación del terreno. En aquellos casos en donde la pendiente es aún mayor, se deberá implementar un sistema de terrazas, siguiendo la curva de nivel topográfico, que impida el deterioro del suelo producto de la erosión.

Se destaca que, en las dos últimas décadas, la adopción de nuevas tecnologías de riego, de alta eficiencia y precisión, ha presentado un crecimiento significativo en Chile, lo cual se debe en gran medida, a la introducción de cultivos de alta rentabilidad y la intensificación de las explotaciones dentro del rubro agropecuario, producto a su vez, de la mayor demanda alimenticia mundial, la apertura de los mercados para la exportación y la necesidad de suministrar productos de alta calidad.

En este sentido, es importante contextualizar el desarrollo agrícola esperado en Situación Con Proyecto, dado que por una parte el recurso hídrico es muy escaso y los suelos frecuentemente presentan de medias a acentuadas pendientes y con importantes niveles de erosión, no obstante, en muchos casos el tipo de agricultura actual, dada su baja rentabilidad, no paga los costos de inversiones en habilitación de suelos, tecnificación y energía de impulsión. Esto será materia del siguiente análisis. En consideración a lo señalado, para el presente Estudio se evaluarán los costos para Situación Con Proyecto, del desarrollo de **sistemas de riego por goteo, aspersión y cintas** según el cultivo que se trate, ya sea frutales, praderas u hortalizas.

b) Costos de inversión

Los costos de inversión corresponden a aquellos en que se incurren para la adquisición de los 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 según la metodología de riego propuesta.

La implementación de un sistema de riego presurizado comprende el costo de implementos tales como: instrumentos de monitoreo, filtrado, fertirriego, matricería, válvulas, emisores y equipos de bombeo. Desde el Cuadro 9-96 al Cuadro 9-98 se presentan los costos de inversión para el sistema de riego por cintas y aspersión, abordados desde un módulo de riego de 0,5 ha para cintas, 0,75 para goteo y 1,0 para aspersión, de acuerdo a los tamaños medios de las unidades más comunes contempladas en un escenario con proyecto.

**Cuadro 9-96: Inversión y costos promedio por hectárea
riego por cintas**

ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
1.- Línea de Riego Por Cinta (4 Sectores)				
Cinta Toro Aquatraxx 5/8" mod. EAXxx1245 0,3 m (espesor 5.000)	m	5.500	\$46	\$253.000
Polietileno 16 mm 1,2 mm (liso; 400 m)	m	170	\$152	\$25.840
Conectores c/goma Gromit 16 mm	un	170	\$137	\$23.290
Conector cinta a polietileno 16 mm	un	170	\$145	\$24.650
Tapón cinta	un	170	\$162	\$27.540
Conector Cinta 16 x 17 Plasgot	un	10	\$272	\$2.720
Terminal Hi PE 1/2 x 16 mm	un	10	\$297	\$2.970
Bushing Galvanizado 1/2" x 1/4"	un	10	\$1.569	\$15.690
Hilo 1/4"	un	10	\$468	\$4.680
A pinchar 1/4"	un	10	\$431	\$4.310

**Cuadro 9-96: Inversión y costos promedio por hectárea
riego por cintas**

ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
2.-Tuberías Matrices				
Tubería PVC Clase 6 D = 50 mm	Tira	130	\$4.865	\$632.450
Fitting y Machones (15% del costo de las tuberías)	%	15	\$632.450	\$94.868
Excavación a Mano de Zanja de Tubería	m ³	110	\$8.233	\$905.630
Relleno a mano sin Compactar de Zanja de Tubería	m ³	135	\$4.465	\$602.775
3.-Presurización				
Bomba Pedrollo CPM 130 0,5 HP	un	1	\$134.290	\$134.290
Manómetro de 0 -16 Bar	un	2	\$9.286	\$18.572
Filtro Malla 120 Mesh Plagot 2	un	1	\$48.906	\$48.906
Válvula Bronce bola ASIA 1 1/2"	un	2	\$27.109	\$54.218
Válvula Retención Horizontal Bronce 1 1/2" (presurización)	un	1	\$14.382	\$14.382
Válvula de Aire unrain Doble Propósito ARV-1"-A (impulsión y presurización)	un	1	\$37.728	\$37.728
Tubería 50 mm	Tira	1	\$4.865	\$4.865
Fitting (10% del costo de las válvulas)	%	10	\$106.328	\$10.633
Unidad de fertilización				
Estanque Plástico 208 L 2 bocas / B208TCHN	un	1	\$31.933	\$31.933
Flujómetro (Caudalímetro 32 mm; 0 - 400 L/h)	un	1	\$75.795	\$75.795
Válvula Bronce bola 1/2" (unidad de fertilización y cebado de tubería)	un	1	\$4.232	\$4.232
Tubería PVC presión 20 mm Duratec-Vinilit	Tira	1	\$547	\$547
Mini Válvula 16mm X 16mm Palaplast	un	2	\$639	\$1.278
4.-Válvulas de Sectores				
Válvula Bronce bola ASIA 1 1/2"	un	4	\$27.109	\$108.436
Válvula de Aire API 1" sin Schrader (sectores de riego)	un	4	\$12.857	\$51.428
Válvula Latón compuerta 1 1/2" DURA PN10 (presurización / impulsión)	un	4	\$12.377	\$49.508
Válvula de bola PVC soldar 2U.A. 50mm (impulsión y/o presurización)	un	4	\$37.154	\$148.616
Fitting (10% del costo de las válvulas)	%	10	\$357.988	\$35.799
5.-Obras Anexas				
Caseta para Bomba de Presurización 2,0x2,0x2,0 (Tipo 1)	un	1	\$502.403	\$502.403
6.-Servicios				
Instalación Eléctrica	gl	1	\$1.250.000	\$1.250.000
Transporte de Materiales	gl	1	\$100.000	\$100.000
Instalación de Proyecto	gl	1	\$1.000.000	\$1.000.000
Costo Total del Proyecto 5.000 m2				\$6.303.981
Costo Total del Proyecto 1,0 ha				\$12.607.962

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 9-97: Inversión y costos promedio por hectárea
riego por goteo**

ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
1. Línea de Riego Goteo				
Línea D-Line Autocom. 16 mm 4 L/h 0,75 m (500 m)	m	4.510	\$ 202	\$ 911.042
Polietileno 16 mm 1,2 mm (liso; 400 m)	m	54	\$ 152	\$ 8.208
Conectores c/goma Gromit 16 mm	un	54	\$ 137	\$ 7.392
Copla 16 x 16 mm	un	54	\$ 41	\$ 2.214
Terminal de Línea 16 mm	un	54	\$ 35	\$ 1.890
Hilo 1/4"	un	6	\$ 468	\$ 2.808
A pinchar 1/4"	un	6	\$ 431	\$ 2.586
2.-Tuberías Matrices				
Tubería PVC Clase 6 D = 50 mm	Tira	90	\$ 4.865	\$ 437.850
Tubería PVC Clase 6 D = 63 mm	Tira	40	\$ 7.050	\$ 282.000
Fitting y Machones (15% del costo de las tuberías)	%	15	\$ 719.850	\$ 107.978
Excavación a Mano de Zanja de Tubería	m ³	42	\$ 8.233	\$ 343.324
Relleno a mano sin Compactar de Zanja de Tubería	m ³	52	\$ 4.465	\$ 232.749
3.-Presurización				
Bomba Pedrollo CPm 170M 1,5 HP	un	1	\$ 315.790	\$ 315.790
Contador Volumétrico LXSC 2" con pulsos	un	1	\$ 101.660	\$ 101.660
Manómetro de 0 -16 Bar	un	2	\$ 9.286	\$ 18.572
Filtro Malla 120 Mesh Plasgot 2	un	1	\$ 48.906	\$ 48.906
Válvula Bronce bola ASIA 1 1/2"	un	2	\$ 27.109	\$ 54.218
Válvula de pie Bronce con canastillo 1 1/2"(impulsión bomba centrífuga)	un	1	\$ 14.477	\$ 14.477
Válvula Retención Horizontal Bronce 1 1/2" (presurización)	un	1	\$ 14.382	\$ 14.382
Válvula de Aire unrain Doble Propósito ARV-1"-A (impulsión y presurización)	un	1	\$ 37.728	\$ 37.728
Tubería 50 mm	Tira	1	\$ 4.865	\$ 4.865
Fitting (10% del costo de las válvulas)	%	10	\$ 120.804	\$ 12.080
Unidad de fertilización				
Estanque Plástico 208 L 2 bocas / B208TCHN	un	1	\$ 31.933	\$ 31.933
Flujómetro (Caudalímetro 32 mm; 0 - 400 L/h)	un	1	\$ 75.795	\$ 75.795
Válvula Bronce bola 1/2" (unidad de fertilización y cebado de tubería)	un	1	\$ 4.232	\$ 4.232
Tubería PVC presión 20 mm Duratec-Vinilit	Tira	1	\$ 547	\$ 547
Mini Válvula 16mm X 16mm Palaplast	un	2	\$ 639	\$ 1.278
4.-Válvulas Sectores				
Válvula Bronce bola ASIA 1 1/2"	un	2	\$ 27.109	\$ 54.218
Válvula de Aire unrain Doble Propósito ARV-1"-A (impulsión y presurización)	un	2	\$ 37.728	\$ 75.456
Válvula Latón compuerta 1 1/2" DURA PN10 (presurización / impulsión)	un	2	\$ 12.377	\$ 24.754
Válvula de bola PVC soldar 2U.A. 40mm (impulsión y/o presurización)	un	2	\$ 27.535	\$ 55.071
Fitting (10% del costo de las válvulas)	%	10	\$ 209.499	\$ 20.950
5.-Obras Anexas				
Caseta para Bomba de Presurización 2,0x2,0x2,0 (Tipo 1)	un	1	\$ 502.403	\$ 502.403
6.-Servicios				
Instalación Eléctrica	gl	1	\$1.250.000	\$ 1.250.000
Transporte de Materiales	gl	1	\$ 121.500	\$ 121.500
Instalación de Proyecto	gl	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Costo Total del Proyecto 7.500 m2				\$6.680.854
Costo Total del Proyecto 1,0 ha				\$8.907.805

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 9-98: Inversión y costos promedio por hectárea
riego por aspersión**

ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
1.- Línea de Riego Por Aspersión				
Tubería de Unión Rápida PVC 50 mm (TIRA 6 m)	m	15	\$11.569	\$173.535
Tubería de Unión Rápida PVC 50 mm (TIRA 1 m)	m	12	\$7.412	\$88.944
Aspersor RC 160 3/4" Plástico	un	12	\$3.568	\$42.816
Estaca metálica salida espiga	un	12	\$1.600	\$19.200
Acople Camlock SS316 A 2" Macho Hembra NPT	un	6	\$6.460	\$38.760
Acople Camlock SS316 C 2" Hembra Espiga	un	6	\$7.800	\$46.800
Abrazadera alta presión 2 1/8, 52-55 mm	un	6	\$1.672	\$10.032
Estaca madera 1,5 - 2", 2,44 m (tutor)	un	6	\$1.513	\$9.078
Fitting (20% del costo del sector)	%	20	\$429.165	\$85.833
2.-Tuberías Matrices				
Tubería PVC Clase 6 D = 50 mm	Tira	75	\$4.865	\$364.875
Fitting y Machones (15% del costo de las tuberías)	%	15	\$364.875	\$54.731
Excavación a Mano de Zanja de Tubería	m ³	60	\$8.233	\$493.980
Relleno a mano sin Compactar de Zanja de Tubería	m ³	75	\$4.465	\$334.875
3.-Presurización				
Bomba Pedrollo 2CPM 25/160B 2HP 220V	un	1	\$385.200	\$385.200
Contador Volumétrico LXSC 2" con pulsos	un	1	\$101.660	\$101.660
Manómetro de 0 -16 Bar	un	1	\$9.286	\$9.286
Válvula Bronce bola ASIA 1 1/2"	un	2	\$27.109	\$54.218
Válvula de pie Bronce con canastillo 1 1/2"(impulsión bomba centrífuga)	un	1	\$14.477	\$14.477
Válvula Retención Horizontal Bronce 1 1/2" (presurización)	un	1	\$14.382	\$14.382
Válvula de Aire unrain Doble Propósito ARV-1"-A (impulsión y presurización)	un	1	\$37.728	\$37.728
Tubería 50 mm	Tira	1	\$4.865	\$4.865
Fitting (10% del costo de las válvulas)	%	10	\$93.696	\$9.370
4.-Válvulas Sectores				
Válvula Bronce bola ASIA 1 1/2"	un	4	\$27.109	\$108.436
Válvula de Aire API 1" sin Schrader (sectores de riego)	un	4	\$12.857	\$51.428
Válvula Latón compuerta 1 1/2" DURA PN10 (presurización / impulsión)	un	4	\$12.377	\$49.508
Válvula de bola PVC soldar 2U.A. 40mm (impulsión y/o presurización)	un	4	\$27.535	\$110.140
Fitting (10% del costo de las válvulas)	%	10	\$79.878	\$7.988
5.-Obras Anexas				
Caseta para Bomba de Presurización 2,0x2,0x2,0 (Tipo 1)	un	1	\$502.403	\$502.403
6.-Servicios				
Instalación Eléctrica	gl	1	\$1.250.000	\$1.250.000
Transporte de Materiales	gl	1	\$100.000	\$100.000
Instalación de Proyecto	gl	1	\$1.000.000	\$1.000.000
Costo Total del Proyecto 1,0 ha				\$5.574.548

Fuente: Elaboración propia.

El diseño de estos análisis de costos se ha desarrollado a partir de la consulta a diversas fuentes bibliográficas publicadas por entidades tales como INIA, Universidad de Chile, Universidad de Talca, entre otras, además de la información propia de cada fabricante y empresas surtidoras de insumos

de riego. No se consideran economías de escala que signifiquen una diferencia entre predios de distinto estrato en relación a estos costos.

Debe destacarse que, para cualquiera de los costos de inversión en tecnificación, materia del presente análisis, estos se encuentran referidos, como se comentó, a una superficie unitaria equivalente a 0,5, 0,75 y 1 hectárea, razón por la cual, los valores asociados a cada ítem de costos reflejan montos visiblemente altos, ya que no se consideran aquí, economías de escala producidas al hacer el análisis de costos para superficies mayores a 1 hectárea, donde gran parte de estos costos se prorratan y proporcionalmente disminuyen en la medida que aumenta la superficie en cuestión. Lo anterior va asociado, por una parte, a que cierta cantidad de infraestructura puede ser común a 1 y más hectáreas de riego, y por otra, a que la compra en mayores cantidades de materiales, como tuberías, fitting y válvulas, permite obtener menores precios disminuyendo costos.

Por otra parte, debe señalarse que, para efectos de la presente iniciativa de diagnóstico, se consideraron los precios máximos posibles respecto de sistemas de riego presurizado a la fecha del análisis, siendo recomendable, para próximos estudios relacionados, realizar análisis de inversiones con mayor detalle en el aspecto comercial y asociando economías de escala que puedan representar costos de tecnificación en superficies de riego mayores a 1 hectárea o menores a 0,5.

c) Costos anuales del riego

Los costos anuales de riego se han diferenciado en costos fijos y costos operacionales o variables:

Costos fijos

Los costos fijos del riego corresponden a aquellos producidos independientemente del tiempo de uso que tengan los equipos o la infraestructura de riego y del nivel de producción. Consideran la depreciación de los equipos e infraestructura y el interés del capital fijo invertido o costo alternativo del dinero.

La depreciación es la pérdida de valor de un bien por uso u obsolescencia. Para su cálculo se ha utilizado el método de depreciación lineal, el cual se explica a partir de la base de que el bien se deprecia en igual valor cada año, hasta el término de su vida útil, considerando un valor residual igual a cero. La depreciación depende de la vida útil de cada una de las componentes que conforman la inversión del sistema. Con el fin de facilitar la comprensión de los flujos de inversión, se ha estimado que cada 10 años se renueva por completo el sistema de riego implementado.

Costos variables

Los costos variables son aquellos que se relacionan directamente con la operación de los sistemas de riego, los que incluyen la mano de obra requerida, las reparaciones y la energía necesaria para su funcionamiento:

- Energía eléctrica. Se ha estimado, en base al consumo mensual de los sistemas de presurización, un costo mensual de \$45.000 en microaspersión, \$30.000 en cintas y \$35.000 en goteo.
- Reparaciones: El costo de reparaciones considera un valor equivalente a un 2% del costo de inversión.
- Mano de obra: Corresponde al número de jornadas empleadas anualmente en la labor del riego. Este costo se ha considerado directamente en las fichas o estándares productivos y económicos.

d) Costos Totales de los Sistemas de Riego

Considerando los antecedentes mencionados precedentemente, se incluye el Cuadro 9-99 en el cual se presentan los costos de inversión, costos fijos y operaciones por hectárea para la utilización en el riego por cintas. Cabe destacar, que las cifras presentadas, se ajustan estrictamente a las características productivas de la zona de estudio y de la capacidad de expansión propuesta en la situación con proyecto.

Cuadro 9-99: Costos por hectárea de riego tecnificado

Tipo Sistema	Inversión (\$)	Costo Anual (\$)		
		Reparaciones	Energía	Total
Aspersión	5.574.548	111.491	540.000	651.491
Cintas	12.607.962	252.159	360.000	612.159
Goteo	8.907.805	178.156	420.000	598.156

Nota: Precios referidos a abril de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

9.5.5.3. Inversión en Infraestructura de Invernaderos

Tal como se destacó en los Criterios de Desarrollo, para la Situación con Proyecto, se considera la inclusión de cultivo en invernaderos, enfocado básicamente en el cultivo de hortalizas en general (representado en el análisis económico por el cultivo de tomate), para lo cual se plantea la consiguiente inversión en infraestructura.

En cuanto al mantenimiento de un invernadero tradicional, se debe considerar, que estas estructuras se componen principalmente de un soporte sólido, generalmente construido en base de madera debido a su menor costo, aunque existen otros materiales tales como metal y PVC, que si bien, poseen un valor de adquisición mayor, poseen un rango de duración mayor y se adaptan a distintas zonas de emplazamiento, las cuales poseen características condicionantes tales como la intensidad de los vientos existentes, radiación solar, frecuencia e intensidad de precipitaciones.

Por otro lado, se encuentra la cubierta o filme plástico, la cual se encargará de otorgar las características de ambiente protegido y controlado que otorga un invernadero. Esta cubierta es de un

material sintético resultado de la mezcla adecuada de polímeros, principalmente polietileno de baja densidad y copolímero EVA y una serie de aditivos que les confieren sus propiedades (duración, termicidad, difusión de luz, entre otros). En el mercado existen diversos tipos de cubiertas, las que poseen características especiales tales como, filtros ultravioletas con dobles o hasta triples capas plásticas (lo que aumenta su duración) aditivos antigoteo o anticondensación y antipolvo, láminas térmicas e incluso selectivas de rangos de difusión lumínica y de ajuste de fotoperiodo (utilizadas principalmente en cultivos de flores de corte).

Cuadro 9-100: Inversión y costos en infraestructura de invernaderos

Inversiones	Unidad	Cantidad	Valor Unitario S/IVA	Subtotal (\$)	Periodicidad de recambio
Plástico 0,2 mm dimensionado Techos	m ²	324	\$ 1.500	\$ 486.000	3 años
Plástico 0,2 mm dimensionado Laterales	m ²	75,6	\$ 1.500	\$ 113.400	3 años
Plástico 0,2 mm dimensionado Cortinas	m ²	124,2	\$ 1.500	\$ 186.300	3 años
Polines Impregnados 3"x2,44 m	un	13	\$ 2.092	\$ 27.196	9 años
Tapas de pino 1X4"X4	un	32	\$ 714	\$ 22.848	9 años
Listón Pino impregnado 2x2"x3m	un	30	\$ 1.288	\$ 38.640	9 años
Clavos de 2 1/2"	Kg	5	\$ 1.000	\$ 5.000	9 años
Clavos de 4"	kg	5	\$ 1.000	\$ 5.000	9 años
Clavos de 3"	kg	5	\$ 1.000	\$ 5.000	9 años
Charlata 1/2x1"x4 MT	un	150	\$ 110	\$ 16.500	9 años
					-
Costo total directo				\$ 905.884	-
Diseño e instalación				\$ 350.000	-
Gastos generales e imprevistos (10%)				\$ 125.588	-
					-
Total de inversión por invernadero (140 m²)				1.381.472	-
Total de inversión para 1,0 ha				98.676.600	-
Total de Reposición (140 m²)				785.700	-
Total de Reposición para 1,0 ha				56.121.429	-

Fuente: Elaboración propia.

9.5.5.4. Programa de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica

a) Aspectos Generales

Como se ha descrito en detalle en la caracterización productiva del presente estudio, la agricultura del área estudiada presenta un nivel de desarrollo agrícola característico de zonas de secano, donde el recurso hídrico es muy escaso y remitido fundamentalmente a recursos subterráneos extraídos con punteras o desde vertientes, asociado a la escasa disponibilidad de suelos de altas capacidades de uso, además de un bajo nivel tecnológico generalizado asociado a un desarrollo primario de la agricultura de riego, con una orientación preferente hacia el autoconsumo y secundariamente hacia la venta.

En este contexto la seguridad de riego es un factor fundamental para establecer una base sobre la cual proyectar el desarrollo agrícola. Es justamente en este punto donde residen los objetivos del presente estudio, el que proyecta obras de riego que apuntan a proporcionar disponibilidad de recurso

en muchos casos y mejorar el suministro y la seguridad de riego en otros, asegurando la inversión y los resultados de los emprendimientos a implementar en Situación Con Proyecto.

No obstante, en el descrito contexto de escaso desarrollo agrícola, para maximizar los impactos producidos de las obras proyectadas, traducidos en resultados económicos, es imprescindible la implementación paralela de efectivos mecanismos de apoyo y transferencia tecnológica y de financiamiento.

Por una parte, la tecnología permite un mayor control sobre el uso del agua de riego, lo que se traduce en aumentos de productividad y disminución de costos de operación, lo que trae consigo una inmediata mejoría tanto cantidad de superficie regada, como en rendimientos y calidad de la producción.

El mencionado apoyo tecnológico no solo debe remitirse al mejoramiento de la aplicación y de la eficiencia de riego, si no también debe apuntar a la gestión y monitoreo de planes de inclusión de cultivos adaptables en la zona, proporcionando al agricultor una mayor gama de alternativas para enfrentar al mercado.

Dado el contexto de escasa agricultura de riego actual, en una parte importante de los casos, el nuevo suministro hídrico permitirá la incorporación al riego de terrenos actualmente en seco o bien terrenos que no son cultivados, razón por la cual, en los casos que procede, el programa de transferencia debe contemplar apoyo y capacitación orientados a implementar la puesta en riego de estos suelos, específicamente en aspectos relativos a la habilitación de terrenos, en especial si se trata de suelos de laderas susceptibles. Lo anterior, dada la importancia de evitar la erosión asociada a la agricultura, que se ha transformado en una constante en la zona, sobre todo en los sectores interiores del área de estudio.

Como ya se ha descrito, la implementación de frutales es una componente importante dentro de la apuesta productiva para Situación Con Proyecto, especies cuyo establecimiento debe estar asociado a técnicas apropiadas preparación de suelos y acamellonamiento, sobre todo en situaciones de suelos erosionados, poco profundos y pobres en materia orgánica, como es muy común de encontrar en los abundantes suelos de ladera existentes en las áreas de proyecto.

Así mismo debe considerarse el apoyo y asesoría en el manejo de otras situaciones de suelos, como en relieves irregulares que requieran de nivelación para la puesta en riego o como la despedradura en suelos aledaños al río Itata con arrastre aluvial de grabas y bolones, así como implementación de técnicas de drenaje en suelos de vega con nivel freático alto y problemas de infiltración en el perfil, situaciones que es factible de encontrar en suelos bajos asociados a vegas y vertientes, frecuentes en sectores interiores.

En el contexto mencionado de agricultura incipiente de riego, es necesaria también la transferencia asociada a programas de fertilización y recuperación de suelos degradados en coordinación con aquellos que pueden ya estar desarrollándose en la zona, de manera de hacer sustentable el uso del recurso suelo bajo las exigencias productivas de Situación Con Proyecto.

La adopción tecnológica de métodos de riego de mayor eficiencia y una constante capacitación y apoyo a los agricultores en los aspectos mencionados, son parte clave del éxito de los proyectos, razón por la cual el presente estudio contempla como parte de este proceso, la ejecución de un programa de aplicación tecnológica en sistemas de riego y cultivos en **parcelas experimentales demostrativas**, por un periodo de cinco años desde la construcción de los proyectos de acumulación en estudio.

En estas parcelas deben implementarse unidades demostrativas con los distintos cultivos que componen la estructura productiva de Situación Con Proyecto, implementando los métodos de riego tecnificados proyectados para dicha situación, haciendo un contraste entre los resultados de los métodos tradicionales de riego y los tecnificados para un mismo cultivo. De esta forma deben estar presentes contrastes de manejo en cultivos tradicionales en la zona, como la papa y las chacras de hortalizas, implementando tecnificación por cintas e invernaderos, pero en especial alternativas frutales por difundir comercialmente, como el arándano, palto, cerezo, nogal, limón, olivo, almendro y avellano, según sus características de adaptabilidad en la zona.

En estas parcelas pueden evaluarse a su vez distintas variedades de cultivos, así como distintas densidades de siembra o plantación, diversos métodos de control de plagas y malezas y distintas dosis o formas de fertilización, de manera de entregar a los agricultores una completa visión de alternativas de manejo de cada cultivo, aparte de lo netamente referido a tecnificación del riego.

Para lograr un mejor acceso a la información generada en estas parcelas experimentales se sugiere que existan 4 de estas, 2 en cada zona de riego en el área de estudio. Se sugiere distribuir las parcelas en Cancha Los Botones y otra en Ñipas en la Zona 1 y en El Quilo y en Ránquil en La Zona 2, localidades representativas del desarrollo agrícola de cada zona y cuya distribución geográfica permite el mejor acceso a las comunidades del total del área de estudio. Lo anterior, en la medida que se implementen proyectos del presente estudio en esos lugares, que abastezcan de riego las parcelas. El mismo programa, en coordinación con las directivas de agricultores y con PRODESAL de cada comuna, deben gestionar la inserción de estas estaciones en predios de agricultores referenciales en cuanto a manejo agrícola, a través de un acuerdo que garantice la totalidad de la producción para ellos a cambio del acceso a visitas de la comunidad y a información productiva.

De esta forma, el programa de transferencia debe trabajar estrechamente ligado en su gestión, con las directivas de las comunidades y organizaciones presentes, con las que deberán gestionar la selección de predios demostrativos, así como también la llegada a los agricultores en el marco de la transferencia, en la convocatoria a eventos de capacitación y en cualquier otra acción que requiera coordinación con los usuarios. De similar forma, a través de esta relación será posible también la identificación de predios de mayor nivel tecnológico o especializado en determinado cultivo, de manera de considerarlos como ejemplo tecnológico demostrativo para el resto de las comunidades.

b) Implementación y Promoción

Con el objeto de proporcionar apoyo directo y constante a los agricultores beneficiados por el presente programa, es necesario instalar una oficina en el área de estudio. Esta oficina debe ser equipada con toda la infraestructura necesaria para llevar a cabo en forma eficiente y expedita el programa de aplicación tecnológica.

El equipamiento de la oficina debe incluir como mínimo los siguientes elementos:

- Computadores con sus respectivas impresoras.
- Teléfono.
- Suministro de Internet.
- Mobiliario adecuado (escritorios, sillas, estantes, mesa de reuniones, etc.).

El programa debe contar con la participación directa de un Ingeniero Agrónomo y dos técnicos agrícolas que puedan satisfacer los requerimientos de capacitación y transferencia de los agricultores de las comunidades beneficiarias de los proyectos y su gestión deberá estar en coordinación con los programas de transferencia y apoyo a la agricultura presentes en la zona (INDAP PRODESAL).

El Ingeniero Agrónomo jefe del programa debe dirigir y coordinar la totalidad del programa, mientras que los técnicos cumplirán su función esencialmente en terreno, promoviendo y aplicando el programa directamente a los agricultores beneficiados. La participación de agricultores con experiencia en el uso de sistemas de riego, queda como posibilidad abierta, frente a un apoyo conjunto o suplementario a la labor de los técnicos agrícolas, considerando que estos podrían tener mayor cercanía con los agricultores locales, quienes eventualmente recibirían de mejor forma las técnicas transmitidas.

Se deben así organizar reuniones y eventos de promoción y difusión con las comunidades de agricultores beneficiarios de los proyectos. De esta manera, se da a conocer y se fomenta el interés por el programa. Esto, a través de charlas técnicas, días de campo y visitas de especialistas coordinadas por el programa con las directivas de agricultores y PRODESAL, de manera de lograr la mayor participación en estas actividades y fomentar el desarrollo tecnológico potenciando el beneficio de los proyectos estudiados.

Durante esta etapa se procede a efectuar contactos con instituciones existentes en la zona, sean ellas públicas o privadas, con el objeto de promover y traspasar los conocimientos que se adquieran en el transcurso del programa. Durante su desarrollo es indispensable contar con la asesoría de especialistas en temas tales como medio ambiente, agroeconomía, fertilidad de suelos, riego, manejo de plagas y comercialización.

c) Costos del Programa

La estructura de costos del mencionado programa consta de los siguientes ítems principales:

- Profesionales: 1 Agrónomo y 2 técnicos agrícolas.
- Parcelas demostrativas experimentales: Se considera que el valor de la mano de obra es absorbido directamente por los agricultores seleccionados, debido a que este recibirá los beneficios de la producción. El programa financiará la tecnificación del riego, el uso de maquinaria y los insumos necesarios.

En el **Cuadro 9-101** se presenta una descripción de los aspectos involucrados en el programa de asistencia técnica y transferencia tecnológica y su costo unitario. Se presentan los costos unitarios asociados a cada ítem, la cantidad de unidades requerida mensual, anual o por todo el programa (temporalidad) según el ítem, y el costo anual. Este se detalla para el año 1, donde la inversión inicial en infraestructura es mayor, habiendo costos que se incurren solo una vez, como el de computadores y vehículos. Para los 3 años restantes se detalla el costo anual de cada uno. El costo total de los 4 años del programa se resume en la última fila del cuadro.

Cuadro 9-101: Costo unitario ítems programa de asistencia técnica y transferencia tecnológica - Situación Con Proyecto

Item	Costo Unitario (\$)	Cantidad/año	Total Año 1 (\$)	Total Año 2 (\$)	
Ingeniero Agrónomo	1.500.000	12	18.000.000	18.000.000	
Técnico Agrícola	1.125.000	12	13.500.000	13.500.000	
Oficina	Arriendo Oficina	150.000	12	1.800.000	1.800.000
	Gastos Oficina	200.000	12	2.400.000	2.400.000
	Computadores	500.000	24	12.000.000	0
	Impresoras	23.500	12	282.000	0
	Mobiliario	1.000.000	1	1.000.000	0
Material Divulgativo	Fotocopias y Trípticos	10.000	286	2.860.000	2.860.000
	Videos	1.000.000	1	1.000.000	1.000.000
	Presentaciones	2.000	286	572.000	572.000
Visitas Tecnológicas Agricultores	3.000.000	2	6.000.000	6.000.000	
Charlas Especialistas	1.000.000	1	1.000.000	1.000.000	
Unidad de Validación y Modulo Demostrativo	Adquisición	4.800.000	1	4.800.000	0
	Mantenimiento	240.000	12	2.880.000	2.880.000
Movilización	Vehículo	13.950.000	1	13.950.000	0
	Mantenimiento Vehículo	100.000	12	1.200.000	1.200.000
	Combustible	400.000	12	4.800.000	4.800.000
TOTAL			88.044.000	56.012.000	
TOTAL/PREDIO			307.846	195.846	

(*) Número de profesionales y vehículos varía según los usuarios beneficiados.

Nota: Precios a septiembre 2020.

Fuente: Elaboración propia.

La duración del programa se ha estimado en cuatro años, considerando el grado de estabilización de los márgenes económicos agrícolas, como un parámetro concreto de la internalización de las prácticas y recomendaciones entregadas.

9.6. Evaluación Agroeconómica

Para la obtención de los flujos agroeconómicos de cada proyecto se utilizó el método del presupuesto, ampliamente descrito en distintos manuales del área y en diversos estudios relacionados con el riego. La última publicación oficial corresponde a la “Metodología Formulación y Evaluación de Proyectos de Riego”, publicada por el Ministerio de Desarrollo Social el año 2016. En términos generales, los beneficios agroeconómicos netos se definen como la diferencia entre los flujos futuros Sin y Con Proyecto, considerando, además de los ingresos y costos, el efecto de la disponibilidad de agua en el rendimiento de los cultivos y la gradualidad de implementación de los cambios desde la Situación Actual.

Los márgenes agrícolas netos de cada Situación y Escenario Agroeconómico se calcularon a partir de la ponderación de los márgenes brutos unitarios resultantes de las fichas técnico económicas de cultivo con respecto al área regada, descontando los gastos indirectos generales y la aplicación de los programas de asistencia técnica, inversiones en riego tecnificado e invernaderos. Todas las partidas de ingresos y costos mencionadas anteriormente contemplan la incorporación gradual de los nuevos agricultores y superficie al riego. En el caso del margen de los cultivos, además se considera el cambio gradual en los ingresos y costos, dada la aplicación de nuevas prácticas agrícolas.

Es importante recordar que para la Situación Sin Proyecto y Con Proyecto el año cero (0) del horizonte de evaluación corresponde a la Situación Actual Agropecuaria.

Debido a que el concepto de seguridad de riego presenta dificultades metodológicas para ser utilizada en la evaluación agroeconómica, debido principalmente a lo restrictivo de los resultados (fallas o no fallas) se ha decidido afectar los rendimientos anuales de los cultivos según las restricciones que impone la satisfacción de la demanda. Para obtener la satisfacción de la demanda (SD) primero se obtiene el déficit mensual entre la oferta y demanda de agua para riego (Oferta/Demanda) y luego se calcula el déficit promedio en el periodo de riego de cada cultivo.

Para evaluar la incidencia del recurso agua sobre el rendimiento de los diferentes cultivos, se utiliza la metodología propuesta en FAO 33, la cual ocupa funciones de producción del agua.

Las funciones utilizadas son las propuestas por Doorenbos y Kassan (FAO 33, 1979), obtenidas en forma experimental. En ellas se presenta la relación entre el rendimiento y la evapotranspiración en términos relativos, lo que permite utilizar estas ecuaciones en diferentes condiciones edafoclimáticas.

Estas funciones se expresan a través del siguiente modelo:

$$Y_m = (1 - K_y (1 - SD)) Y_a$$

Donde:

Y_m = Rendimiento cosechado afectado por la satisfacción de la demanda.

Y_a = Rendimiento potencial cosechado.

K_y = Factor del efecto sobre el rendimiento.

SD = Satisfacción de la demanda.

Los rendimientos (Y_m) se calcularon a partir de las funciones de producción indicadas anteriormente en donde valores de K_y menores representan a cultivos cuyo rendimiento final es menos sensible al déficit hídrico (Cuadro 9-102).

Cuadro 9-102: Valores de K_y utilizados

Rubro	Cultivos	K_y
Cultivos Anuales	Chacra	1,1
	Hortalizas	1,15
	Maíz	1,15
	Papa	1,25
	Cultivos en Invernadero	1,15
	Poroto	1,15
Frutales	Cerezo	1,05
	Huerto Frutal	1,05
	Limonero	1,1
	Nogal	1,05
	Olivo	1,1
	Otros Frutales	1,1
	Palto	1
	Arándano	0,85
	Avellano Europeo	1,1
	Almendro	1

Fuente: FAO Paper 33 Serie de Riego y Drenaje (1979).

En el Anexo 9-14 se presentan todos los flujos agroeconómicos de cada proyecto para la Situación Sin Proyecto y Con Proyecto.

El beneficio económico neto que la construcción de las obras puede traer a la actividad agrícola se obtiene de la sustracción entre los flujos de beneficios de la Situación Con Proyecto y Sin Proyecto. Este resultado se presenta para cada proyecto desde el Cuadro 9-103 al Cuadro 9-107 a precios de mercado y desde el Cuadro 9-108 al Cuadro 9-112 a precios sociales.

Cuadro 9-103: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos
1. Cementerio - precios de mercado

Año	Situación Sin Proyecto						Situación Con Proyecto						Flujo Neto
	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	
0	7.021.638	8.577.723	0	0	0	-1.556.085	7.021.638	8.577.723	0	0	0	-1.556.085	0
1	15.847.341	8.577.723	0	0	0	7.269.618	32.990.407	8.834.158	29.486.895	43.233.138	17.684.350	-66.248.134	-73.517.752
2	22.992.146	8.577.723	0	0	0	14.414.423	73.029.504	9.347.028	60.770.996	86.466.276	0	-83.554.796	-97.969.219
3	25.737.268	8.577.723	0	0	0	17.159.545	108.383.300	9.859.898	64.365.410	86.466.276	0	-52.308.284	-69.467.829
4	27.579.804	8.577.723	0	0	0	19.002.081	143.145.575	10.372.768	67.959.823	111.054.734	0	-46.241.751	-65.243.832
5	28.133.719	8.577.723	0	0	0	19.555.996	177.813.627	10.885.638	71.554.237	135.643.192	0	-40.269.440	-59.825.436
6	29.036.904	8.577.723	0	0	0	20.459.181	204.923.575	11.142.073	45.661.755	92.410.054	0	55.709.693	35.250.511
7	29.794.848	8.577.723	0	0	0	21.217.125	219.507.532	11.142.073	17.972.067	116.998.513	0	73.394.879	52.177.753
8	29.794.848	8.577.723	0	0	0	21.217.125	233.530.279	11.142.073	17.972.067	184.820.109	0	19.596.030	-1.621.095
9	29.794.848	8.577.723	0	0	0	21.217.125	249.550.117	11.142.073	17.972.067	160.231.650	0	60.204.326	38.987.201
10	29.794.848	8.577.723	0	0	0	21.217.125	263.637.664	11.142.073	17.972.067	160.231.650	0	74.291.873	53.074.748
11	29.794.848	8.577.723	0	0	0	21.217.125	274.196.868	11.142.073	45.661.755	184.820.109	0	32.572.931	11.355.806
12	29.794.848	8.577.723	0	0	0	21.217.125	281.023.457	11.142.073	73.351.443	116.998.513	0	79.531.428	58.314.302
13	29.794.848	8.577.723	0	0	0	21.217.125	284.618.942	11.142.073	73.351.443	116.998.513	0	83.126.913	61.909.788
14	29.794.848	8.577.723	0	0	0	21.217.125	285.774.655	11.142.073	73.351.443	184.820.109	0	16.461.030	-4.756.095
15	29.794.848	8.577.723	0	0	0	21.217.125	286.000.041	11.142.073	73.351.443	160.231.650	0	41.274.874	20.057.749
16	10.791.480	8.577.723	0	0	0	2.213.757	270.057.681	11.142.073	45.661.755	160.231.650	0	53.022.203	50.808.446
17	14.169.947	8.577.723	0	0	0	5.592.224	274.244.528	11.142.073	17.972.067	184.820.109	0	60.310.279	54.718.055
18	5.052.058	8.577.723	0	0	0	-3.525.665	258.320.488	11.142.073	17.972.067	116.998.513	0	112.207.835	115.733.501
19	11.284.041	8.577.723	0	0	0	2.706.318	265.322.281	11.142.073	17.972.067	116.998.513	0	119.209.628	116.503.310
20	6.434.629	8.577.723	0	0	0	-2.143.094	254.678.786	11.142.073	17.972.067	184.820.109	0	40.744.538	42.887.632
21	12.888.954	8.577.723	0	0	0	4.311.231	260.801.393	11.142.073	45.661.755	160.231.650	0	43.765.914	39.454.684
22	17.659.276	8.577.723	0	0	0	9.081.553	253.176.865	11.142.073	73.351.443	160.231.650	0	8.451.699	-629.854
23	24.203.152	8.577.723	0	0	0	15.625.429	243.507.365	11.142.073	73.351.443	184.820.109	0	-25.806.260	-41.431.689
24	23.959.657	8.577.723	0	0	0	15.381.934	231.924.144	11.142.073	73.351.443	116.998.513	0	30.432.115	15.050.181
25	26.445.024	8.577.723	0	0	0	17.867.301	222.776.207	11.142.073	73.351.443	116.998.513	0	21.284.178	3.416.877
26	26.625.635	8.577.723	0	0	0	18.047.912	214.453.426	11.142.073	45.661.755	184.820.109	0	-27.170.511	-45.218.422
27	27.606.754	8.577.723	0	0	0	19.029.031	216.609.067	11.142.073	17.972.067	160.231.650	0	27.263.276	8.234.245
28	28.583.843	8.577.723	0	0	0	20.006.120	227.184.208	11.142.073	17.972.067	160.231.650	0	37.838.418	17.832.298
29	28.809.201	8.577.723	0	0	0	20.231.478	237.934.633	11.142.073	17.972.067	184.820.109	0	24.000.384	3.768.906
30	29.063.831	8.577.723	0	0	0	20.486.108	249.576.440	11.142.073	17.972.067	116.998.513	0	103.463.787	82.977.679

Nota: Precios referidos a abril de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-104: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos
2. El Barco - precios de mercado

Año	Situación Sin Proyecto						Situación Con Proyecto						Flujo Neto
	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	
0	3.826.280	5.501.488	0	0	0	-1.675.208	3.826.280	5.501.488	0	0	0	-1.675.208	0
1	8.774.846	5.501.488	0	0	0	3.273.359	19.743.202	5.671.164	18.129.627	29.043.695	10.449.843	-43.551.128	-46.824.486
2	13.016.315	5.501.488	0	0	0	7.514.827	45.107.838	6.010.516	37.365.666	58.087.390	0	-56.355.734	-63.870.561
3	14.739.973	5.501.488	0	0	0	9.238.486	67.810.547	6.349.869	39.578.489	58.087.390	0	-36.205.200	-45.443.685
4	16.051.668	5.501.488	0	0	0	10.550.180	90.237.968	6.689.221	41.791.312	74.605.730	0	-32.848.294	-43.398.474
5	16.437.748	5.501.488	0	0	0	10.936.260	112.491.970	7.028.573	44.004.135	91.124.070	0	-29.664.807	-40.601.067
6	17.077.734	5.501.488	0	0	0	11.576.246	129.731.304	7.198.249	28.087.330	62.080.375	0	32.365.349	20.789.103
7	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	138.870.575	7.198.249	11.064.115	78.598.715	0	42.009.495	29.908.390
8	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	147.680.582	7.198.249	11.064.115	124.160.750	0	5.257.468	-6.843.637
9	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	157.783.267	7.198.249	11.064.115	107.642.410	0	31.878.493	19.777.388
10	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	166.706.258	7.198.249	11.064.115	107.642.410	0	40.801.484	28.700.379
11	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	173.398.608	7.198.249	28.087.330	124.160.750	0	13.952.279	1.851.174
12	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	177.723.965	7.198.249	45.110.546	78.598.715	0	46.816.455	34.715.350
13	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	180.001.772	7.198.249	45.110.546	78.598.715	0	49.094.261	36.993.156
14	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	180.731.136	7.198.249	45.110.546	124.160.750	0	4.261.591	-7.839.514
15	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	180.871.872	7.198.249	45.110.546	107.642.410	0	20.920.666	8.819.562
16	7.667.606	5.501.488	0	0	0	2.166.118	172.513.528	7.198.249	28.087.330	107.642.410	0	29.585.538	27.419.420
17	9.445.316	5.501.488	0	0	0	3.943.828	174.719.577	7.198.249	11.064.115	124.160.750	0	32.296.463	28.352.634
18	3.507.216	5.501.488	0	0	0	-1.994.272	164.669.769	7.198.249	11.064.115	78.598.715	0	67.808.690	69.802.962
19	7.301.336	5.501.488	0	0	0	1.799.848	168.963.699	7.198.249	11.064.115	78.598.715	0	72.102.620	70.302.772
20	3.492.574	5.501.488	0	0	0	-2.008.914	161.140.119	7.198.249	11.064.115	124.160.750	0	18.717.005	20.725.919
21	7.480.141	5.501.488	0	0	0	1.978.654	164.643.842	7.198.249	28.087.330	107.642.410	0	21.715.852	19.737.199
22	9.989.698	5.501.488	0	0	0	4.488.210	159.537.122	7.198.249	45.110.546	107.642.410	0	-414.083	-4.902.293
23	13.828.260	5.501.488	0	0	0	8.326.772	153.421.068	7.198.249	45.110.546	124.160.750	0	-23.048.478	-31.375.250
24	13.548.135	5.501.488	0	0	0	8.046.647	146.236.215	7.198.249	45.110.546	78.598.715	0	15.328.704	7.282.057
25	15.290.829	5.501.488	0	0	0	9.789.342	140.780.550	7.198.249	45.110.546	78.598.715	0	9.873.039	83.698
26	15.426.619	5.501.488	0	0	0	9.925.132	135.855.950	7.198.249	28.087.330	124.160.750	0	-23.590.380	-33.515.512
27	16.118.858	5.501.488	0	0	0	10.617.370	137.303.673	7.198.249	11.064.115	107.642.410	0	11.398.899	781.528
28	16.790.647	5.501.488	0	0	0	11.289.160	143.980.708	7.198.249	11.064.115	107.642.410	0	18.075.934	6.786.774
29	16.941.744	5.501.488	0	0	0	11.440.256	150.807.709	7.198.249	11.064.115	124.160.750	0	8.384.595	-3.055.661
30	17.112.466	5.501.488	0	0	0	11.610.978	158.143.139	7.198.249	11.064.115	78.598.715	0	61.282.060	49.671.082

Nota: Precios referidos a abril de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-105: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos
3. El Galpón - precios de mercado

Año	Situación Sin Proyecto						Situación Con Proyecto						Flujo Neto
	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	
0	3.826.280	5.501.488	0	0	0	-1.675.208	3.826.280	5.501.488	0	0	0	-1.675.208	0
1	8.774.846	5.501.488	0	0	0	3.273.359	19.743.202	5.671.164	18.129.627	29.043.695	10.449.843	-43.551.128	-46.824.486
2	13.016.315	5.501.488	0	0	0	7.514.827	45.107.838	6.010.516	37.365.666	58.087.390	0	-56.355.734	-63.870.561
3	14.739.973	5.501.488	0	0	0	9.238.486	67.810.547	6.349.869	39.578.489	58.087.390	0	-36.205.200	-45.443.685
4	16.051.668	5.501.488	0	0	0	10.550.180	90.237.968	6.689.221	41.791.312	74.605.730	0	-32.848.294	-43.398.474
5	16.437.748	5.501.488	0	0	0	10.936.260	112.491.970	7.028.573	44.004.135	91.124.070	0	-29.664.807	-40.601.067
6	17.077.734	5.501.488	0	0	0	11.576.246	129.731.304	7.198.249	28.087.330	62.080.375	0	32.365.349	20.789.103
7	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	138.870.575	7.198.249	11.064.115	78.598.715	0	42.009.495	29.908.390
8	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	147.680.582	7.198.249	11.064.115	124.160.750	0	5.257.468	-6.843.637
9	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	157.783.267	7.198.249	11.064.115	107.642.410	0	31.878.493	19.777.388
10	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	166.706.258	7.198.249	11.064.115	107.642.410	0	40.801.484	28.700.379
11	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	173.398.608	7.198.249	28.087.330	124.160.750	0	13.952.279	1.851.174
12	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	177.723.965	7.198.249	45.110.546	78.598.715	0	46.816.455	34.715.350
13	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	180.001.772	7.198.249	45.110.546	78.598.715	0	49.094.261	36.993.156
14	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	180.731.136	7.198.249	45.110.546	124.160.750	0	4.261.591	-7.839.514
15	17.602.593	5.501.488	0	0	0	12.101.105	180.871.872	7.198.249	45.110.546	107.642.410	0	20.920.666	8.819.562
16	7.667.606	5.501.488	0	0	0	2.166.118	172.513.528	7.198.249	28.087.330	107.642.410	0	29.585.538	27.419.420
17	9.445.316	5.501.488	0	0	0	3.943.828	174.719.577	7.198.249	11.064.115	124.160.750	0	32.296.463	28.352.634
18	3.507.216	5.501.488	0	0	0	-1.994.272	164.669.769	7.198.249	11.064.115	78.598.715	0	67.808.690	69.802.962
19	7.301.336	5.501.488	0	0	0	1.799.848	168.963.699	7.198.249	11.064.115	78.598.715	0	72.102.620	70.302.772
20	3.492.574	5.501.488	0	0	0	-2.008.914	161.140.119	7.198.249	11.064.115	124.160.750	0	18.717.005	20.725.919
21	7.480.141	5.501.488	0	0	0	1.978.654	164.643.842	7.198.249	28.087.330	107.642.410	0	21.715.852	19.737.199
22	9.989.698	5.501.488	0	0	0	4.488.210	159.537.122	7.198.249	45.110.546	107.642.410	0	-414.083	-4.902.293
23	13.828.260	5.501.488	0	0	0	8.326.772	153.421.068	7.198.249	45.110.546	124.160.750	0	-23.048.478	-31.375.250
24	13.548.135	5.501.488	0	0	0	8.046.647	146.236.215	7.198.249	45.110.546	78.598.715	0	15.328.704	7.282.057
25	15.290.829	5.501.488	0	0	0	9.789.342	140.780.550	7.198.249	45.110.546	78.598.715	0	9.873.039	83.698
26	15.426.619	5.501.488	0	0	0	9.925.132	135.855.950	7.198.249	28.087.330	124.160.750	0	-23.590.380	-33.515.512
27	16.118.858	5.501.488	0	0	0	10.617.370	137.303.673	7.198.249	11.064.115	107.642.410	0	11.398.899	781.528
28	16.790.647	5.501.488	0	0	0	11.289.160	143.980.708	7.198.249	11.064.115	107.642.410	0	18.075.934	6.786.774
29	16.941.744	5.501.488	0	0	0	11.440.256	150.807.709	7.198.249	11.064.115	124.160.750	0	8.384.595	-3.055.661
30	17.112.466	5.501.488	0	0	0	11.610.978	158.143.139	7.198.249	11.064.115	78.598.715	0	61.282.060	49.671.082

Nota: Precios referidos a abril de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-106: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos
4. Ránquil - precios de mercado

Año	Situación Sin Proyecto						Situación Con Proyecto						Flujo Neto
	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	
0	48.679.310	39.585.555	0	0	0	9.093.755	48.679.310	39.585.555	0	0	0	9.093.755	0
1	96.887.101	39.585.555	0	0	0	57.301.545	157.886.409	40.662.735	301.033.089	109.468.571	60.287.558	-353.565.544	-410.867.089
2	134.310.896	39.585.555	0	0	0	94.725.341	299.666.886	42.817.095	620.654.945	218.937.141	0	-582.742.296	-677.467.636
3	148.697.145	39.585.555	0	0	0	109.111.590	412.803.128	44.971.454	657.832.479	218.937.141	0	-508.937.947	-618.049.537
4	158.358.705	39.585.555	0	0	0	118.773.149	515.423.827	47.125.814	695.010.013	281.196.406	0	-507.908.407	-626.681.556
5	159.672.200	39.585.555	0	0	0	120.086.644	650.498.645	49.280.174	732.187.547	343.455.671	0	-474.424.747	-594.511.391
6	162.179.754	39.585.555	0	0	0	122.594.199	873.364.876	50.357.353	468.331.992	233.987.100	0	120.688.430	-1.905.769
7	163.857.140	39.585.555	0	0	0	124.271.585	1.124.165.467	50.357.353	185.887.670	296.246.365	0	591.674.078	467.402.494
8	163.857.140	39.585.555	0	0	0	124.271.585	1.402.089.078	50.357.353	185.887.670	467.974.201	0	697.869.854	573.598.269
9	163.857.140	39.585.555	0	0	0	124.271.585	1.712.678.583	50.357.353	185.887.670	405.714.936	0	1.070.718.623	946.447.039
10	163.857.140	39.585.555	0	0	0	124.271.585	1.983.320.017	50.357.353	185.887.670	405.714.936	0	1.341.360.058	1.217.088.474
11	163.857.140	39.585.555	0	0	0	124.271.585	2.194.920.794	50.357.353	468.331.992	467.974.201	0	1.208.257.248	1.083.985.663
12	163.857.140	39.585.555	0	0	0	124.271.585	2.334.010.964	50.357.353	750.776.314	296.246.365	0	1.236.630.931	1.112.359.347
13	163.857.140	39.585.555	0	0	0	124.271.585	2.398.871.374	50.357.353	750.776.314	296.246.365	0	1.301.491.341	1.177.219.756
14	163.857.140	39.585.555	0	0	0	124.271.585	2.417.806.641	50.357.353	750.776.314	467.974.201	0	1.148.698.773	1.024.427.188
15	163.857.140	39.585.555	0	0	0	124.271.585	2.421.930.765	50.357.353	750.776.314	405.714.936	0	1.215.082.161	1.090.810.577
16	40.521.916	39.585.555	0	0	0	936.361	2.228.422.970	50.357.353	468.331.992	405.714.936	0	1.304.018.688	1.303.082.327
17	62.789.942	39.585.555	0	0	0	23.204.386	2.259.468.578	50.357.353	185.887.670	467.974.201	0	1.555.249.354	1.532.044.967
18	21.829.464	39.585.555	0	0	0	-17.756.091	2.200.987.413	50.357.353	185.887.670	296.246.365	0	1.668.496.024	1.686.252.116
19	51.805.963	39.585.555	0	0	0	12.220.407	2.241.179.082	50.357.353	185.887.670	296.246.365	0	1.708.687.694	1.696.467.286
20	43.778.397	39.585.555	0	0	0	4.192.841	2.231.638.528	50.357.353	185.887.670	467.974.201	0	1.527.419.304	1.523.226.463
21	64.833.363	39.585.555	0	0	0	25.247.808	2.263.684.154	50.357.353	468.331.992	405.714.936	0	1.339.279.873	1.314.032.065
22	99.503.068	39.585.555	0	0	0	59.917.513	2.128.040.806	50.357.353	750.776.314	405.714.936	0	921.192.202	861.274.690
23	136.059.277	39.585.555	0	0	0	96.473.721	1.847.273.120	50.357.353	750.776.314	467.974.201	0	578.165.251	481.691.530
24	146.130.731	39.585.555	0	0	0	106.545.176	1.571.821.289	50.357.353	750.776.314	296.246.365	0	474.441.256	367.896.080
25	156.720.373	39.585.555	0	0	0	117.134.817	1.295.780.301	50.357.353	750.776.314	296.246.365	0	198.400.268	81.265.450
26	157.494.913	39.585.555	0	0	0	117.909.357	1.055.990.355	50.357.353	468.331.992	467.974.201	0	69.326.809	-48.582.549
27	160.114.985	39.585.555	0	0	0	120.529.429	1.034.665.328	50.357.353	185.887.670	405.714.936	0	392.705.369	272.175.939
28	162.108.759	39.585.555	0	0	0	122.523.204	1.204.310.914	50.357.353	185.887.670	405.714.936	0	562.350.954	439.827.751
29	162.434.118	39.585.555	0	0	0	122.848.563	1.410.870.054	50.357.353	185.887.670	467.974.201	0	706.650.830	583.802.268
30	162.801.739	39.585.555	0	0	0	123.216.184	1.647.735.680	50.357.353	185.887.670	296.246.365	0	1.115.244.292	992.028.108

Nota: Precios referidos a abril de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 9-107: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos
5. Rahuil - precios de mercado**

Año	Situación Sin Proyecto						Situación Con Proyecto						Flujo Neto
	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	
0	28.557.730	22.977.522	0	0	0	5.580.208	28.557.730	22.977.522	0	0	0	5.580.208	0
1	56.794.107	22.977.522	0	0	0	33.816.586	92.685.201	23.606.374	177.801.490	64.840.068	30.545.696	-204.108.427	-237.925.013
2	78.649.205	22.977.522	0	0	0	55.671.684	175.861.918	24.864.080	366.582.153	129.680.137	0	-345.264.452	-400.936.136
3	87.045.126	22.977.522	0	0	0	64.067.604	242.240.596	26.121.786	388.540.501	129.680.137	0	-302.101.827	-366.169.432
4	92.641.800	22.977.522	0	0	0	69.664.279	302.426.367	27.379.492	410.498.849	166.557.342	0	-302.009.315	-371.673.594
5	93.388.841	22.977.522	0	0	0	70.411.319	381.890.255	28.637.197	432.457.196	203.434.548	0	-282.638.686	-353.050.006
6	94.812.772	22.977.522	0	0	0	71.835.250	513.424.910	29.266.050	276.614.054	138.594.480	0	68.950.326	-2.884.925
7	95.767.501	22.977.522	0	0	0	72.789.980	661.729.268	29.266.050	109.791.738	175.471.685	0	347.199.795	274.409.815
8	95.767.501	22.977.522	0	0	0	72.789.980	826.207.378	29.266.050	109.791.738	277.188.959	0	409.960.631	337.170.651
9	95.767.501	22.977.522	0	0	0	72.789.980	1.010.025.415	29.266.050	109.791.738	240.311.753	0	630.655.873	557.865.893
10	95.767.501	22.977.522	0	0	0	72.789.980	1.170.213.738	29.266.050	109.791.738	240.311.753	0	790.844.196	718.054.216
11	95.767.501	22.977.522	0	0	0	72.789.980	1.295.485.825	29.266.050	276.614.054	277.188.959	0	712.416.761	639.626.782
12	95.767.501	22.977.522	0	0	0	72.789.980	1.377.845.351	29.266.050	443.436.370	175.471.685	0	729.671.245	656.881.265
13	95.767.501	22.977.522	0	0	0	72.789.980	1.416.242.029	29.266.050	443.436.370	175.471.685	0	768.067.923	695.277.943
14	95.767.501	22.977.522	0	0	0	72.789.980	1.427.447.274	29.266.050	443.436.370	277.188.959	0	677.555.895	604.765.915
15	95.767.501	22.977.522	0	0	0	72.789.980	1.429.885.312	29.266.050	443.436.370	240.311.753	0	716.871.138	644.081.158
16	23.571.148	22.977.522	0	0	0	593.627	1.316.614.808	29.266.050	276.614.054	240.311.753	0	770.422.950	769.829.323
17	36.613.977	22.977.522	0	0	0	13.636.455	1.334.800.015	29.266.050	109.791.738	277.188.959	0	918.553.268	904.916.813
18	12.645.867	22.977.522	0	0	0	-10.331.655	1.300.453.106	29.266.050	109.791.738	175.471.685	0	985.923.633	996.255.287
19	30.212.167	22.977.522	0	0	0	7.234.645	1.324.021.231	29.266.050	109.791.738	175.471.685	0	1.009.491.758	1.002.257.112
20	25.796.616	22.977.522	0	0	0	2.819.094	1.318.884.972	29.266.050	109.791.738	277.188.959	0	902.638.225	899.819.131
21	37.984.337	22.977.522	0	0	0	15.006.815	1.337.470.992	29.266.050	276.614.054	240.311.753	0	791.279.134	776.272.319
22	58.292.129	22.977.522	0	0	0	35.314.608	1.256.876.140	29.266.050	443.436.370	240.311.753	0	543.861.966	508.547.358
23	79.650.408	22.977.522	0	0	0	56.672.886	1.090.294.283	29.266.050	443.436.370	277.188.959	0	340.402.903	283.730.017
24	85.575.480	22.977.522	0	0	0	62.597.959	927.049.417	29.266.050	443.436.370	175.471.685	0	278.875.311	216.277.352
25	91.703.617	22.977.522	0	0	0	68.726.095	763.532.281	29.266.050	443.436.370	175.471.685	0	115.358.176	46.632.080
26	92.142.027	22.977.522	0	0	0	69.164.506	621.533.051	29.266.050	276.614.054	277.188.959	0	38.463.988	-30.700.518
27	93.630.391	22.977.522	0	0	0	70.652.869	608.780.085	29.266.050	109.791.738	240.311.753	0	229.410.543	158.757.674
28	94.766.299	22.977.522	0	0	0	71.788.777	709.108.448	29.266.050	109.791.738	240.311.753	0	329.738.906	257.950.129
29	94.952.614	22.977.522	0	0	0	71.975.092	831.398.384	29.266.050	109.791.738	277.188.959	0	415.151.636	343.176.544
30	95.163.131	22.977.522	0	0	0	72.185.609	971.633.447	29.266.050	109.791.738	175.471.685	0	657.103.973	584.918.364

Nota: Precios referidos a abril de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-108: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos
1. Cementerio - precios sociales

Año	Situación Sin Proyecto						Situación Con Proyecto						Flujo Neto
	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	
0	14.443.454	8.577.723	0	0	0	5.865.731	14.443.454	8.577.723	0	0	0	5.865.731	0
1	23.748.335	8.577.723	0	0	0	15.170.612	44.664.859	8.834.158	29.486.895	43.233.138	17.684.350	-54.573.682	-69.744.294
2	31.589.213	8.577.723	0	0	0	23.011.490	93.211.665	9.347.028	60.770.996	86.466.276	0	-63.372.636	-86.384.125
3	34.896.858	8.577.723	0	0	0	26.319.134	137.138.702	9.859.898	64.365.410	86.466.276	0	-23.552.882	-49.872.016
4	37.421.111	8.577.723	0	0	0	28.843.388	181.086.865	10.372.768	67.959.823	111.054.734	0	-8.300.460	-37.143.848
5	38.110.409	8.577.723	0	0	0	29.532.686	225.186.854	10.885.638	71.554.237	135.643.192	0	7.103.787	-22.428.899
6	39.067.366	8.577.723	0	0	0	30.489.643	258.115.528	11.142.073	45.661.755	92.410.054	0	108.901.645	78.412.002
7	40.059.131	8.577.723	0	0	0	31.481.408	274.852.706	11.142.073	17.972.067	116.998.513	0	128.740.053	97.258.645
8	40.059.131	8.577.723	0	0	0	31.481.408	291.365.739	11.142.073	17.972.067	184.820.109	0	77.431.491	45.950.083
9	40.059.131	8.577.723	0	0	0	31.481.408	309.989.104	11.142.073	17.972.067	160.231.650	0	120.643.314	89.161.906
10	40.059.131	8.577.723	0	0	0	31.481.408	326.472.389	11.142.073	17.972.067	160.231.650	0	137.126.598	105.645.190
11	40.059.131	8.577.723	0	0	0	31.481.408	338.838.988	11.142.073	45.661.755	184.820.109	0	97.215.051	65.733.643
12	40.059.131	8.577.723	0	0	0	31.481.408	346.960.981	11.142.073	73.351.443	116.998.513	0	145.468.952	113.987.544
13	40.059.131	8.577.723	0	0	0	31.481.408	351.405.922	11.142.073	73.351.443	116.998.513	0	149.913.893	118.432.485
14	40.059.131	8.577.723	0	0	0	31.481.408	352.879.706	11.142.073	73.351.443	184.820.109	0	83.566.081	52.084.673
15	40.059.131	8.577.723	0	0	0	31.481.408	353.121.910	11.142.073	73.351.443	160.231.650	0	108.396.743	76.915.335
16	20.396.466	8.577.723	0	0	0	11.818.743	335.938.400	11.142.073	45.661.755	160.231.650	0	118.902.922	107.084.178
17	23.516.918	8.577.723	0	0	0	14.939.195	339.605.280	11.142.073	17.972.067	184.820.109	0	125.671.031	110.731.836
18	13.101.337	8.577.723	0	0	0	4.523.614	322.303.251	11.142.073	17.972.067	116.998.513	0	176.190.598	171.666.984
19	18.850.905	8.577.723	0	0	0	10.273.182	328.764.665	11.142.073	17.972.067	116.998.513	0	182.652.013	172.378.831
20	13.953.130	8.577.723	0	0	0	5.375.407	317.533.235	11.142.073	17.972.067	184.820.109	0	103.598.986	98.223.578
21	20.554.411	8.577.723	0	0	0	11.976.688	322.844.069	11.142.073	45.661.755	160.231.650	0	105.808.590	93.831.902
22	25.760.037	8.577.723	0	0	0	17.182.314	314.114.080	11.142.073	73.351.443	160.231.650	0	69.388.913	52.206.599
23	32.930.584	8.577.723	0	0	0	24.352.861	302.595.670	11.142.073	73.351.443	184.820.109	0	33.282.045	8.929.184
24	33.001.310	8.577.723	0	0	0	24.423.587	288.885.173	11.142.073	73.351.443	116.998.513	0	87.393.144	62.969.558
25	36.117.840	8.577.723	0	0	0	27.540.117	278.601.725	11.142.073	73.351.443	116.998.513	0	77.109.696	49.569.579
26	36.409.069	8.577.723	0	0	0	27.831.346	269.469.059	11.142.073	45.661.755	184.820.109	0	27.845.122	13.776
27	37.468.691	8.577.723	0	0	0	28.890.968	271.994.997	11.142.073	17.972.067	160.231.650	0	82.649.207	53.758.239
28	38.717.760	8.577.723	0	0	0	30.140.037	284.470.493	11.142.073	17.972.067	160.231.650	0	95.124.703	64.984.666
29	38.981.347	8.577.723	0	0	0	30.403.624	297.278.306	11.142.073	17.972.067	184.820.109	0	83.344.057	52.940.433
30	39.262.525	8.577.723	0	0	0	30.684.802	310.889.075	11.142.073	17.972.067	116.998.513	0	164.776.422	134.091.620

Nota: Precios referidos a abril de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-109: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos
2. El Barco - precios sociales

Año	Situación Sin Proyecto						Situación Con Proyecto						Flujo Neto
	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	
0	8.414.527	5.501.488	0	0	0	2.913.039	8.414.527	5.501.488	0	0	0	2.913.039	0
1	13.658.544	5.501.488	0	0	0	8.157.056	26.825.434	5.671.164	18.129.627	29.043.695	10.449.843	-36.468.895	-44.625.952
2	18.366.971	5.501.488	0	0	0	12.865.484	57.205.050	6.010.516	37.365.666	58.087.390	0	-44.258.521	-57.124.005
3	20.445.824	5.501.488	0	0	0	14.944.336	84.946.488	6.349.869	39.578.489	58.087.390	0	-19.069.258	-34.013.595
4	22.237.831	5.501.488	0	0	0	16.736.343	112.835.168	6.689.221	41.791.312	74.605.730	0	-10.251.094	-26.987.437
5	22.719.978	5.501.488	0	0	0	17.218.490	140.683.137	7.028.573	44.004.135	91.124.070	0	-1.473.640	-18.692.130
6	23.397.584	5.501.488	0	0	0	17.896.096	161.438.206	7.198.249	28.087.330	62.080.375	0	64.072.251	46.176.155
7	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	171.973.619	7.198.249	11.064.115	78.598.715	0	75.112.540	56.525.832
8	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	182.354.360	7.198.249	11.064.115	124.160.750	0	39.931.246	21.344.538
9	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	194.094.834	7.198.249	11.064.115	107.642.410	0	68.190.060	49.603.352
10	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	204.521.594	7.198.249	11.064.115	107.642.410	0	78.616.820	60.030.113
11	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	212.347.835	7.198.249	28.087.330	124.160.750	0	52.901.505	34.314.798
12	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	217.489.625	7.198.249	45.110.546	78.598.715	0	86.582.114	67.995.407
13	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	220.303.452	7.198.249	45.110.546	78.598.715	0	89.395.941	70.809.234
14	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	221.233.427	7.198.249	45.110.546	124.160.750	0	44.763.882	26.177.174
15	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	221.384.664	7.198.249	45.110.546	107.642.410	0	61.433.459	42.846.752
16	13.805.458	5.501.488	0	0	0	8.303.970	212.373.464	7.198.249	28.087.330	107.642.410	0	69.445.474	61.141.504
17	15.447.234	5.501.488	0	0	0	9.945.746	214.306.021	7.198.249	11.064.115	124.160.750	0	71.882.907	61.937.160
18	8.616.634	5.501.488	0	0	0	3.115.146	203.336.899	7.198.249	11.064.115	78.598.715	0	106.475.820	103.360.674
19	12.085.650	5.501.488	0	0	0	6.584.162	207.263.758	7.198.249	11.064.115	78.598.715	0	110.402.678	103.818.516
20	8.175.795	5.501.488	0	0	0	2.674.308	198.930.145	7.198.249	11.064.115	124.160.750	0	56.507.031	53.832.723
21	12.231.644	5.501.488	0	0	0	6.730.156	201.766.281	7.198.249	28.087.330	107.642.410	0	58.838.291	52.108.135
22	15.007.334	5.501.488	0	0	0	9.505.846	195.886.253	7.198.249	45.110.546	107.642.410	0	35.935.047	26.429.201
23	19.266.323	5.501.488	0	0	0	13.764.835	188.588.872	7.198.249	45.110.546	124.160.750	0	12.119.327	-1.645.508
24	19.174.913	5.501.488	0	0	0	13.673.425	180.095.133	7.198.249	45.110.546	78.598.715	0	49.187.623	35.514.198
25	21.364.024	5.501.488	0	0	0	15.862.536	174.027.316	7.198.249	45.110.546	78.598.715	0	43.119.805	27.257.269
26	21.579.277	5.501.488	0	0	0	16.077.789	168.725.365	7.198.249	28.087.330	124.160.750	0	9.279.035	-6.798.754
27	22.325.717	5.501.488	0	0	0	16.824.229	170.503.322	7.198.249	11.064.115	107.642.410	0	44.598.548	27.774.318
28	23.188.844	5.501.488	0	0	0	17.687.356	178.431.967	7.198.249	11.064.115	107.642.410	0	52.527.193	34.839.837
29	23.365.571	5.501.488	0	0	0	17.864.083	186.561.007	7.198.249	11.064.115	124.160.750	0	44.137.893	26.273.810
30	23.554.093	5.501.488	0	0	0	18.052.605	195.118.488	7.198.249	11.064.115	78.598.715	0	98.257.409	80.204.803

Nota: Precios referidos a abril de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-110: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos
3. El Galpón - precios sociales

Año	Situación Sin Proyecto						Situación Con Proyecto						Flujo Neto
	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	
0	8.414.527	5.501.488	0	0	0	2.913.039	8.414.527	5.501.488	0	0	0	2.913.039	0
1	13.658.544	5.501.488	0	0	0	8.157.056	26.825.434	5.671.164	18.129.627	29.043.695	10.449.843	-36.468.895	-44.625.952
2	18.366.971	5.501.488	0	0	0	12.865.484	57.205.050	6.010.516	37.365.666	58.087.390	0	-44.258.521	-57.124.005
3	20.445.824	5.501.488	0	0	0	14.944.336	84.946.488	6.349.869	39.578.489	58.087.390	0	-19.069.258	-34.013.595
4	22.237.831	5.501.488	0	0	0	16.736.343	112.835.168	6.689.221	41.791.312	74.605.730	0	-10.251.094	-26.987.437
5	22.719.978	5.501.488	0	0	0	17.218.490	140.683.137	7.028.573	44.004.135	91.124.070	0	-1.473.640	-18.692.130
6	23.397.584	5.501.488	0	0	0	17.896.096	161.438.206	7.198.249	28.087.330	62.080.375	0	64.072.251	46.176.155
7	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	171.973.619	7.198.249	11.064.115	78.598.715	0	75.112.540	56.525.832
8	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	182.354.360	7.198.249	11.064.115	124.160.750	0	39.931.246	21.344.538
9	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	194.094.834	7.198.249	11.064.115	107.642.410	0	68.190.060	49.603.352
10	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	204.521.594	7.198.249	11.064.115	107.642.410	0	78.616.820	60.030.113
11	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	212.347.835	7.198.249	28.087.330	124.160.750	0	52.901.505	34.314.798
12	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	217.489.625	7.198.249	45.110.546	78.598.715	0	86.582.114	67.995.407
13	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	220.303.452	7.198.249	45.110.546	78.598.715	0	89.395.941	70.809.234
14	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	221.233.427	7.198.249	45.110.546	124.160.750	0	44.763.882	26.177.174
15	24.088.195	5.501.488	0	0	0	18.586.707	221.384.664	7.198.249	45.110.546	107.642.410	0	61.433.459	42.846.752
16	13.805.458	5.501.488	0	0	0	8.303.970	212.373.464	7.198.249	28.087.330	107.642.410	0	69.445.474	61.141.504
17	15.447.234	5.501.488	0	0	0	9.945.746	214.306.021	7.198.249	11.064.115	124.160.750	0	71.882.907	61.937.160
18	8.616.634	5.501.488	0	0	0	3.115.146	203.336.899	7.198.249	11.064.115	78.598.715	0	106.475.820	103.360.674
19	12.085.650	5.501.488	0	0	0	6.584.162	207.263.758	7.198.249	11.064.115	78.598.715	0	110.402.678	103.818.516
20	8.175.795	5.501.488	0	0	0	2.674.308	198.930.145	7.198.249	11.064.115	124.160.750	0	56.507.031	53.832.723
21	12.231.644	5.501.488	0	0	0	6.730.156	201.766.281	7.198.249	28.087.330	107.642.410	0	58.838.291	52.108.135
22	15.007.334	5.501.488	0	0	0	9.505.846	195.886.253	7.198.249	45.110.546	107.642.410	0	35.935.047	26.429.201
23	19.266.323	5.501.488	0	0	0	13.764.835	188.588.872	7.198.249	45.110.546	124.160.750	0	12.119.327	-1.645.508
24	19.174.913	5.501.488	0	0	0	13.673.425	180.095.133	7.198.249	45.110.546	78.598.715	0	49.187.623	35.514.198
25	21.364.024	5.501.488	0	0	0	15.862.536	174.027.316	7.198.249	45.110.546	78.598.715	0	43.119.805	27.257.269
26	21.579.277	5.501.488	0	0	0	16.077.789	168.725.365	7.198.249	28.087.330	124.160.750	0	9.279.035	-6.798.754
27	22.325.717	5.501.488	0	0	0	16.824.229	170.503.322	7.198.249	11.064.115	107.642.410	0	44.598.548	27.774.318
28	23.188.844	5.501.488	0	0	0	17.687.356	178.431.967	7.198.249	11.064.115	107.642.410	0	52.527.193	34.839.837
29	23.365.571	5.501.488	0	0	0	17.864.083	186.561.007	7.198.249	11.064.115	124.160.750	0	44.137.893	26.273.810
30	23.554.093	5.501.488	0	0	0	18.052.605	195.118.488	7.198.249	11.064.115	78.598.715	0	98.257.409	80.204.803

Nota: Precios referidos a abril de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9-111: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos
4. Ránquil - precios sociales

Año	Situación Sin Proyecto						Situación Con Proyecto						Flujo Neto
	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	
0	103.336.259	39.585.555	0	0	0	63.750.704	103.336.259	39.585.555	0	0	0	63.750.704	0
1	153.445.123	39.585.555	0	0	0	113.859.567	233.101.329	40.662.735	301.033.089	109.468.571	60.287.558	-278.350.624	-392.210.191
2	194.244.276	39.585.555	0	0	0	154.658.721	418.329.919	42.817.095	620.654.945	218.937.141	0	-464.079.262	-618.737.983
3	210.992.269	39.585.555	0	0	0	171.406.713	576.061.613	44.971.454	657.832.479	218.937.141	0	-345.679.463	-517.086.176
4	223.810.856	39.585.555	0	0	0	184.225.301	728.310.923	47.125.814	695.010.013	281.196.406	0	-295.021.310	-479.246.611
5	225.504.963	39.585.555	0	0	0	185.919.408	919.360.412	49.280.174	732.187.547	343.455.671	0	-205.562.980	-391.482.388
6	228.144.976	39.585.555	0	0	0	188.559.420	1.180.173.685	50.357.353	468.331.992	233.987.100	0	427.497.239	238.937.819
7	230.473.967	39.585.555	0	0	0	190.888.411	1.450.980.450	50.357.353	185.887.670	296.246.365	0	918.489.062	727.600.650
8	230.473.967	39.585.555	0	0	0	190.888.411	1.756.769.105	50.357.353	185.887.670	467.974.201	0	1.052.549.881	861.661.469
9	230.473.967	39.585.555	0	0	0	190.888.411	2.096.653.889	50.357.353	185.887.670	405.714.936	0	1.454.693.930	1.263.805.519
10	230.473.967	39.585.555	0	0	0	190.888.411	2.393.935.204	50.357.353	185.887.670	405.714.936	0	1.751.975.245	1.561.086.833
11	230.473.967	39.585.555	0	0	0	190.888.411	2.625.330.820	50.357.353	468.331.992	467.974.201	0	1.638.667.274	1.447.778.863
12	230.473.967	39.585.555	0	0	0	190.888.411	2.778.065.931	50.357.353	750.776.314	296.246.365	0	1.680.685.898	1.489.797.487
13	230.473.967	39.585.555	0	0	0	190.888.411	2.851.501.187	50.357.353	750.776.314	296.246.365	0	1.754.121.154	1.563.232.742
14	230.473.967	39.585.555	0	0	0	190.888.411	2.873.677.597	50.357.353	750.776.314	467.974.201	0	1.604.569.729	1.413.681.317
15	230.473.967	39.585.555	0	0	0	190.888.411	2.878.109.461	50.357.353	750.776.314	405.714.936	0	1.671.260.857	1.480.372.446
16	103.990.995	39.585.555	0	0	0	64.405.439	2.679.543.220	50.357.353	468.331.992	405.714.936	0	1.755.138.938	1.690.733.499
17	123.820.355	39.585.555	0	0	0	84.234.800	2.706.720.326	50.357.353	185.887.670	467.974.201	0	2.002.501.102	1.918.266.303
18	75.988.291	39.585.555	0	0	0	36.402.736	2.642.963.172	50.357.353	185.887.670	296.246.365	0	2.110.471.783	2.074.069.048
19	103.967.878	39.585.555	0	0	0	64.382.323	2.681.012.557	50.357.353	185.887.670	296.246.365	0	2.148.521.169	2.084.138.846
20	97.108.092	39.585.555	0	0	0	57.522.537	2.673.107.157	50.357.353	185.887.670	467.974.201	0	1.968.887.933	1.911.365.397
21	119.844.526	39.585.555	0	0	0	80.258.971	2.706.443.272	50.357.353	468.331.992	405.714.936	0	1.782.038.991	1.701.780.020
22	156.349.504	39.585.555	0	0	0	116.763.948	2.561.802.460	50.357.353	750.776.314	405.714.936	0	1.354.953.857	1.238.189.908
23	196.180.871	39.585.555	0	0	0	156.595.316	2.256.064.514	50.357.353	750.776.314	467.974.201	0	986.956.646	830.361.330
24	208.255.585	39.585.555	0	0	0	168.670.030	1.951.912.636	50.357.353	750.776.314	296.246.365	0	854.532.603	685.862.573
25	221.929.267	39.585.555	0	0	0	182.343.712	1.650.164.871	50.357.353	750.776.314	296.246.365	0	552.784.838	370.441.126
26	223.048.665	39.585.555	0	0	0	183.463.110	1.387.060.652	50.357.353	468.331.992	467.974.201	0	400.397.106	216.933.996
27	225.836.900	39.585.555	0	0	0	186.251.344	1.358.229.787	50.357.353	185.887.670	405.714.936	0	716.269.828	530.018.484
28	228.537.372	39.585.555	0	0	0	188.951.816	1.540.708.920	50.357.353	185.887.670	405.714.936	0	898.748.961	709.797.144
29	228.917.924	39.585.555	0	0	0	189.332.368	1.766.904.005	50.357.353	185.887.670	467.974.201	0	1.062.684.781	873.352.412
30	229.323.872	39.585.555	0	0	0	189.738.317	2.025.168.869	50.357.353	185.887.670	296.246.365	0	1.492.677.481	1.302.939.164

Nota: Precios referidos a abril de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 9-112: Flujo de beneficios agrícolas netos proyectos
5. Rahuil - precios sociales**

Año	Situación Sin Proyecto						Situación Con Proyecto						Flujo Neto
	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	Margen Bruto	Costos Indirectos y GG	Tecnificación del Riego	Invernaderos	Asistencia Técnica y TT	Margen Neto	
0	60.625.977	22.977.522	0	0	0	37.648.456	60.625.977	22.977.522	0	0	0	37.648.456	0
1	89.976.259	22.977.522	0	0	0	66.998.737	136.807.991	23.606.374	177.801.490	64.840.068	30.545.696	-159.985.637	-226.984.374
2	113.791.932	22.977.522	0	0	0	90.814.410	245.460.125	24.864.080	366.582.153	129.680.137	0	-275.666.245	-366.480.655
3	123.567.683	22.977.522	0	0	0	100.590.161	338.006.254	26.121.786	388.540.501	129.680.137	0	-206.336.170	-306.926.330
4	130.990.230	22.977.522	0	0	0	108.012.708	427.320.550	27.379.492	410.498.849	166.557.342	0	-177.115.132	-285.127.841
5	131.953.379	22.977.522	0	0	0	108.975.857	539.685.242	28.637.197	432.457.196	203.434.548	0	-124.843.700	-233.819.557
6	133.452.614	22.977.522	0	0	0	110.475.093	693.546.851	29.266.050	276.614.054	138.594.480	0	249.072.267	138.597.174
7	134.777.349	22.977.522	0	0	0	111.799.827	853.649.018	29.266.050	109.791.738	175.471.685	0	539.119.544	427.319.717
8	134.777.349	22.977.522	0	0	0	111.799.827	1.034.588.659	29.266.050	109.791.738	277.188.959	0	618.341.911	506.542.084
9	134.777.349	22.977.522	0	0	0	111.799.827	1.235.713.422	29.266.050	109.791.738	240.311.753	0	856.343.880	744.544.052
10	134.777.349	22.977.522	0	0	0	111.799.827	1.411.638.436	29.266.050	109.791.738	240.311.753	0	1.032.268.894	920.469.066
11	134.777.349	22.977.522	0	0	0	111.799.827	1.548.602.580	29.266.050	276.614.054	277.188.959	0	965.533.516	853.733.689
12	134.777.349	22.977.522	0	0	0	111.799.827	1.639.021.733	29.266.050	443.436.370	175.471.685	0	990.847.627	879.047.800
13	134.777.349	22.977.522	0	0	0	111.799.827	1.682.483.003	29.266.050	443.436.370	175.471.685	0	1.034.308.897	922.509.070
14	134.777.349	22.977.522	0	0	0	111.799.827	1.695.602.642	29.266.050	443.436.370	277.188.959	0	945.711.263	833.911.435
15	134.777.349	22.977.522	0	0	0	111.799.827	1.698.222.605	29.266.050	443.436.370	240.311.753	0	985.208.431	873.408.604
16	60.735.873	22.977.522	0	0	0	37.758.352	1.581.987.093	29.266.050	276.614.054	240.311.753	0	1.035.795.235	998.036.883
17	72.350.726	22.977.522	0	0	0	49.373.204	1.597.906.631	29.266.050	109.791.738	277.188.959	0	1.181.659.883	1.132.286.679
18	44.372.668	22.977.522	0	0	0	21.395.146	1.560.458.975	29.266.050	109.791.738	175.471.685	0	1.245.929.502	1.224.534.355
19	60.768.522	22.977.522	0	0	0	37.791.001	1.582.768.337	29.266.050	109.791.738	175.471.685	0	1.268.238.863	1.230.447.863
20	57.074.587	22.977.522	0	0	0	34.097.066	1.578.640.392	29.266.050	109.791.738	277.188.959	0	1.162.393.644	1.128.296.578
21	70.255.476	22.977.522	0	0	0	47.277.955	1.598.003.619	29.266.050	276.614.054	240.311.753	0	1.051.811.761	1.004.533.807
22	91.639.439	22.977.522	0	0	0	68.661.918	1.512.081.690	29.266.050	443.436.370	240.311.753	0	799.067.516	730.405.598
23	114.900.914	22.977.522	0	0	0	91.923.393	1.330.729.686	29.266.050	443.436.370	277.188.959	0	580.838.306	488.914.914
24	122.000.533	22.977.522	0	0	0	99.023.011	1.150.511.988	29.266.050	443.436.370	175.471.685	0	502.337.882	403.314.871
25	129.912.746	22.977.522	0	0	0	106.935.225	971.785.755	29.266.050	443.436.370	175.471.685	0	323.611.649	216.676.424
26	130.546.791	22.977.522	0	0	0	107.569.269	816.006.574	29.266.050	276.614.054	277.188.959	0	232.937.510	125.368.241
27	132.130.905	22.977.522	0	0	0	109.153.383	798.807.379	29.266.050	109.791.738	240.311.753	0	419.437.837	310.284.454
28	133.668.367	22.977.522	0	0	0	110.690.845	906.693.345	29.266.050	109.791.738	240.311.753	0	527.323.803	416.632.958
29	133.886.288	22.977.522	0	0	0	110.908.766	1.040.580.057	29.266.050	109.791.738	277.188.959	0	624.333.309	513.424.543
30	134.118.752	22.977.522	0	0	0	111.141.231	1.193.453.983	29.266.050	109.791.738	175.471.685	0	878.924.509	767.783.278

Nota: Precios referidos a abril de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

10. EVALUACIÓN ECONÓMICA

10.1. Introducción

En este Capítulo se presenta la evaluación económica de cada proyecto, considerándose los costos y beneficios determinados en el estudio. El análisis incluye el cálculo de los indicadores para diferentes alternativas de proyectos para luego desarrollar análisis de sensibilidad y de riesgo a la mejor alternativa con mejores resultados.

10.2. Normas de Evaluación

10.2.1. Documentos de Referencia

Las especificaciones y requerimientos de estos métodos se basan en los siguientes documentos.

- Normas de evaluación indicadas en los Términos de Referencias.
- Metodología Formulación y Evaluación de Proyectos de Riego (MIDESO, 2016).
- Metodología para la Formulación y Evaluación Socioeconómica de Embalses y Obras Hidráulicas Anexas con Fines Múltiples (MIDESO, 2013).
- Manual para el Desarrollo de Grandes Obras de Riego (CNR, 2011).
- Metodología de Valoración de Embalses y Obras Hidráulicas Anexas en Uso (MIDEPLAN, 2011).

10.2.2. Método de Evaluación

La evaluación económica se realiza utilizando el **Método del Presupuesto**, en el que el agua es considerada un insumo de la producción de otro bien, en este caso los cultivos regados. De esta forma, el beneficio del proyecto se traduce en las diferencias de la producción agrícola, en términos de los márgenes netos económicos, que se estiman a raíz de la utilización del agua en situaciones Con y Sin Proyecto.

10.2.3. Indicadores de Rentabilidad

El principal indicador de rentabilidad en la evaluación de proyectos corresponde al Valor Actual Neto (VAN), el que se priorizará al momento de seleccionar la alternativa óptima económica. Esto es debido a que es un indicador que permite comparar la rentabilidad en términos absolutos de proyectos con inversiones de distinta magnitud. Además, como complemento, se determinará la Tasa Interna de Retorno (TIR), VAN/Inversión (VAN/I) y razón n/k. Estos indicadores son comúnmente utilizados en este tipo de evaluación, pero presentan dificultades para comparar proyectos con distinto nivel de inversión.

En general, el VAN se calcula con la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{i=1}^{30} \left(\frac{B_i - O_i - I_i}{(1+r)^i} \right) - I$$

Donde:

VAN: Valor actual neto

B : Beneficios del proyecto

I₀ : Inversión inicial

O_i : Operación y mantención anual al año i

I_i : Inversión anual (durante el período de construcción)

r : Tasa de descuento

Por otra parte, la TIR se calcula como la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero:

$$\sum_{i=1}^{30} \left(\frac{B_i - O_i - I_i}{(1+TIR)^i} \right) - I_0 = 0$$

Adicionalmente el IVAN se calcula como la razón entre el VAN calculado anteriormente y la inversión actualizada (I_{act}) dada por:

$$I_{act} = \sum_{i=1}^{30} \frac{I_i}{(1+r)^i} + I_0$$

Por último, el coeficiente de Guttinger queda dado por:

$$n/k = \frac{\sum_i \text{Flujos Actualizados Positivos}_i}{|\sum_i \text{Flujos Actualizados Negativos}_i|}$$

Cuando n/k es >1, el proyecto es rentable.

10.2.4. Condiciones de Evaluación

Los parámetros básicos para el cálculo de estos indicadores son:

- Costos de inversión y mantenimiento
- Beneficio anual esperado
- Tasas de descuento, que corresponde a un 12% y 6%, a precios de mercado y sociales, respectivamente.
- Horizonte de evaluación igual a 30 años.
- No se consideran impuestos de ningún tipo.
- Los presupuestos están evaluados con moneda del 01/05/2020, cuyos valores son:

UF	28.680,37
US\$ (dólares de USA)	776.46

10.3. Costos

10.3.1. Costos de Construcción de las Obras Civiles

Los costos de acumulación incluyen, dependiendo del proyecto, las obras de embalses o conducciones, cuyo detalle se presenta en el Capítulo 7.

Cuadro 10-1: Costos proyectos

Proyecto	Costo Total (\$)		\$/ha	
	Privado	Social	Privado	Social
1. Cementerio	1.062.078.706	848.461.994	44.253.279	35.352.583
2. El Barco	792.752.898	635.640.276	54.149.788	43.418.052
3. El Galpón	289.828.554	230.602.617	19.583.010	15.581.258
4. Ránquil	14.306.917.755	10.448.713.085	47.849.223	34.945.529
5. Rahuil	10.422.923.946	7.963.276.401	58.986.553	45.066.646
6. Alternativa a Cementerio		426.517.541		21.325.877
7.- Alternativa a El Barco, 8 ha		136.331.875		17.041.484
8.- Alternativa a El Barco, 4 ha		52.302.847		13.075.712
9.- Alternativa a Rahuil		5.904.362.561		33.357.981

Fuente: Elaboración propia.

10.3.2. Costos Ambientales

Los costos ambientales incluyen el desarrollo de DIAs, además de la obtención de los permisos ambientales sectoriales (PAS) necesario para llevar a cabo los proyectos en evaluación, los que se describen en detalle en el Capítulo 8. En Cuadro 10-2 se presentan dichos costos.

Cuadro 10-2: Costos ambientales

Proyecto	Costos Ambientales (\$)
1. Cementerio	26.244.833
2. El Barco	26.244.833
3. El Galpón	26.244.833
4. Ránquil	34.131.935
5. Rahuil	34.131.935
6. Alternativa a Cementerio	26.244.833
7. Alternativa a El Barco, 8 ha	26.244.833
8. Alternativa a El Barco, 4 ha	26.244.833
9. Alternativa a Rahuil	34.131.935

Fuente: Elaboración propia.

10.3.3. Costos de Operación

Como costo de operación se utilizó un valor típico para nivel de anteproyecto, en promedio al 0,5% del costo directo de las obras. Dicho valor se cotejó en diversos estudios CNR y DOH realizados en los últimos 5 años.

10.3.4. Beneficios

10.3.4.1. Introducción

En esta sección se presentan y describen brevemente los beneficios considerados para la evaluación, los cuales en esta oportunidad se concentran en los asociados al uso en riego. Para ello se utilizó el Método del Presupuesto, tanto para distintos volúmenes de embalse como para el mejoramiento de canales.

Además, se considera como beneficio el valor residual de las obras al finalizar su vida útil del proyecto.

10.3.4.2. Beneficios Derivados del Riego

El beneficio más importante de este proyecto es el aumento en la seguridad de riego. Lo anterior, en Situación Con Proyecto, permite por una parte mejorar la expresión del potencial productivo de los cultivos, además de incorporar cultivos de mayor rentabilidad los que sin la seguridad de riego necesaria presentarían un alto riesgo a la inversión.

El beneficio agroeconómico neto del proyecto se obtiene a partir de la sustracción entre los márgenes netos de las Situaciones Con y Sin Proyecto. Los valores de los márgenes se presentan en el Anexo 10-1.

Cada flujo incluye la inclusión de una parte de la superficie con especies frutales, las que, tanto por gradualidad de incorporación de superficie como también por su crecimiento, presentan flujos negativos en los primeros años hasta la plena producción.

Cuadro 10-3: Beneficios agrícolas a precios privados

Año	1. Cementerio	2. El Barco	3. El Galpón	4. Ránquil	5. Rahuil
0	0	0	0	0	0
1	-73.517.752	-46.824.486	-46.824.486	-410.867.089	-237.925.013
2	-97.969.219	-63.870.561	-63.870.561	-677.467.636	-400.936.136
3	-69.467.829	-45.443.685	-45.443.685	-618.049.537	-366.169.432
4	-65.243.832	-43.398.474	-43.398.474	-626.681.556	-371.673.594
5	-59.825.436	-40.601.067	-40.601.067	-594.511.391	-353.050.006
6	35.250.511	20.789.103	20.789.103	-1.905.769	-2.884.925
7	52.177.753	29.908.390	29.908.390	467.402.494	274.409.815
8	-1.621.095	-6.843.637	-6.843.637	573.598.269	337.170.651
9	38.987.201	19.777.388	19.777.388	946.447.039	557.865.893
10	53.074.748	28.700.379	28.700.379	1.217.088.474	718.054.216
11	11.355.806	1.851.174	1.851.174	1.083.985.663	639.626.782
12	58.314.302	34.715.350	34.715.350	1.112.359.347	656.881.265
13	61.909.788	36.993.156	36.993.156	1.177.219.756	695.277.943
14	-4.756.095	-7.839.514	-7.839.514	1.024.427.188	604.765.915
15	20.057.749	8.819.562	8.819.562	1.090.810.577	644.081.158
16	50.808.446	27.419.420	27.419.420	1.303.082.327	769.829.323
17	54.718.055	28.352.634	28.352.634	1.532.044.967	904.916.813
18	115.733.501	69.802.962	69.802.962	1.686.252.116	996.255.287
19	116.503.310	70.302.772	70.302.772	1.696.467.286	1.002.257.112
20	42.887.632	20.725.919	20.725.919	1.523.226.463	899.819.131
21	39.454.684	19.737.199	19.737.199	1.314.032.065	776.272.319
22	-629.854	-4.902.293	-4.902.293	861.274.690	508.547.358
23	-41.431.689	-31.375.250	-31.375.250	481.691.530	283.730.017
24	15.050.181	7.282.057	7.282.057	367.896.080	216.277.352
25	3.416.877	83.698	83.698	81.265.450	46.632.080
26	-45.218.422	-33.515.512	-33.515.512	-48.582.549	-30.700.518
27	8.234.245	781.528	781.528	272.175.939	158.757.674
28	17.832.298	6.786.774	6.786.774	439.827.751	257.950.129
29	3.768.906	-3.055.661	-3.055.661	583.802.268	343.176.544
30	82.977.679	49.671.082	49.671.082	992.028.108	584.918.364
V. Actual	-108.847.199	-92.405.488	-92.405.488	1.719.465.695	1.012.593.848

Nota: Precios referidos a abril de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 10-4: Beneficios agrícolas a precios sociales

Año	1. Cementerio	2. El Barco	3. El Galpón	4. Ránquil	5. Rahuil
0	0	0	0	0	0
1	-69.744.294	-44.625.952	-44.625.952	-392.210.191	-226.984.374
2	-86.384.125	-57.124.005	-57.124.005	-618.737.983	-366.480.655
3	-49.872.016	-34.013.595	-34.013.595	-517.086.176	-306.926.330
4	-37.143.848	-26.987.437	-26.987.437	-479.246.611	-285.127.841
5	-22.428.899	-18.692.130	-18.692.130	-391.482.388	-233.819.557
6	78.412.002	46.176.155	46.176.155	238.937.819	138.597.174
7	97.258.645	56.525.832	56.525.832	727.600.650	427.319.717
8	45.950.083	21.344.538	21.344.538	861.661.469	506.542.084
9	89.161.906	49.603.352	49.603.352	1.263.805.519	744.544.052
10	105.645.190	60.030.113	60.030.113	1.561.086.833	920.469.066
11	65.733.643	34.314.798	34.314.798	1.447.778.863	853.733.689
12	113.987.544	67.995.407	67.995.407	1.489.797.487	879.047.800
13	118.432.485	70.809.234	70.809.234	1.563.232.742	922.509.070
14	52.084.673	26.177.174	26.177.174	1.413.681.317	833.911.435
15	76.915.335	42.846.752	42.846.752	1.480.372.446	873.408.604
16	107.084.178	61.141.504	61.141.504	1.690.733.499	998.036.883
17	110.731.836	61.937.160	61.937.160	1.918.266.303	1.132.286.679
18	171.666.984	103.360.674	103.360.674	2.074.069.048	1.224.534.355
19	172.378.831	103.818.516	103.818.516	2.084.138.846	1.230.447.863
20	98.223.578	53.832.723	53.832.723	1.911.365.397	1.128.296.578
21	93.831.902	52.108.135	52.108.135	1.701.780.020	1.004.533.807
22	52.206.599	26.429.201	26.429.201	1.238.189.908	730.405.598
23	8.929.184	-1.645.508	-1.645.508	830.361.330	488.914.914
24	62.969.558	35.514.198	35.514.198	685.862.573	403.314.871
25	49.569.579	27.257.269	27.257.269	370.441.126	216.676.424
26	13.776	-6.798.754	-6.798.754	216.933.996	125.368.241
27	53.758.239	27.774.318	27.774.318	530.018.484	310.284.454
28	64.984.666	34.839.837	34.839.837	709.797.144	416.632.958
29	52.940.433	26.273.810	26.273.810	873.352.412	513.424.543
30	134.091.620	80.204.803	80.204.803	1.302.939.164	767.783.278
V. Actual	591.282.615	305.725.336	305.725.336	9.655.800.424	5.687.172.604

Nota: Precios referidos a abril de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

10.3.4.3. Valor Residual

El valor residual del proyecto se estimó como el Valor Actual Neto del flujo de beneficios netos a partir del horizonte de evaluación del proyecto; que corresponde al año 30. hasta la vida útil de las obras civiles, estimada en 50 años. Es así como los años 31 a 50 se replican los beneficios y costos de operación de los años 1 a 20 del horizonte. El resultado corresponde al valor descontado al año 30 según la tasa de descuento utilizada en la evaluación.

Este valor se incluye en el año 30 del horizonte de análisis.

Cuadro 10-5: Valor residual

Año	Precios Privados					Precios Sociales				
	1. Cementerio	2. El Barco	3. El Galpón	4. Ránquil	5. Rahuil	1. Cementerio	2. El Barco	3. El Galpón	4. Ránquil	5. Rahuil
31	6.045.412	-2.112.591	402.031	1.012.451.074	587.512.162	60.423.250	5.437.550	33.161.785	1.395.535.297	801.619.069
32	53.003.909	30.751.585	33.266.207	1.040.824.758	604.766.646	108.677.150	14.665.114	66.842.394	1.437.553.921	826.933.180
33	56.599.394	33.029.392	35.544.013	1.105.685.167	643.163.324	113.122.091	15.436.026	69.656.221	1.510.989.177	870.394.450
34	-10.066.489	-11.803.279	-9.288.657	952.892.599	552.651.295	46.774.280	3.208.064	25.024.161	1.361.437.752	781.796.816
35	14.747.355	4.855.797	7.370.419	1.019.275.988	591.966.539	71.604.942	7.775.072	41.693.739	1.428.128.881	821.293.984
36	45.498.052	23.455.656	25.970.277	1.231.547.739	717.714.703	101.773.785	12.787.332	59.988.491	1.638.489.934	945.922.263
37	49.407.661	24.388.870	26.903.492	1.460.510.378	852.802.193	105.421.442	13.005.321	60.784.147	1.866.022.737	1.080.172.059
38	110.423.107	65.839.197	68.353.819	1.614.717.527	944.140.667	166.356.591	24.354.228	102.207.661	2.021.825.482	1.172.419.736
39	111.192.916	66.339.008	68.853.629	1.624.932.698	950.142.493	167.068.437	24.479.665	102.665.503	2.031.895.281	1.178.333.243
40	37.577.238	16.762.155	19.276.777	1.451.691.874	847.704.511	92.913.185	10.784.927	52.679.710	1.859.121.831	1.076.181.959
41	34.144.290	15.773.434	18.288.056	1.242.497.476	724.157.699	88.521.508	10.312.437	50.955.122	1.649.536.455	952.419.187
42	-5.940.248	-8.866.058	-6.351.436	789.740.101	456.432.738	46.896.205	3.277.113	25.276.188	1.185.946.343	678.290.978
43	-46.742.083	-35.339.015	-32.824.393	410.156.941	231.615.398	3.618.791	-4.414.589	-2.798.521	778.117.764	436.800.294
44	9.739.787	3.318.293	5.832.914	296.361.492	164.162.733	57.659.164	5.766.153	34.361.185	633.619.008	351.200.251
45	-1.893.516	-3.880.067	-1.365.445	9.730.861	-5.482.539	44.259.185	3.503.980	26.104.256	318.197.560	164.561.805
46	-50.528.816	-37.479.276	-34.964.655	-120.117.138	-82.815.138	-5.298.914	-5.826.437	-7.951.767	164.690.431	73.253.621
47	2.923.852	-3.182.236	-667.614	200.641.351	106.643.054	39.488.139	3.645.638	26.621.305	477.774.919	258.169.834
48	12.521.904	2.823.010	5.337.631	368.293.162	205.835.509	48.843.495	5.581.396	33.686.824	657.553.579	364.518.338
49	-1.541.487	-7.019.425	-4.504.804	512.267.679	291.061.924	38.806.634	3.234.540	25.120.797	821.108.847	461.309.923
50	77.667.285	45.707.317	48.221.939	920.493.519	532.803.744	128.781.226	18.010.154	79.051.790	1.250.695.599	715.668.658
V. Año 30	233.013.725	112.062.377	130.845.203	7.623.529.771	4.426.682.521	955.784.134	125.510.026	552.952.596	15.285.741.201	8.979.302.070

Nota: Precios referidos a abril de 2021.

Fuente: Elaboración propia.

10.4. Resultados

La evaluación económica de cada proyecto se resume en el Cuadro 10-6 precios privados y sociales. mientras que los resultados específicos de se encuentran en el Anexo 10-1.

A precios privados ningún proyecto resulta rentable. No obstante, los resultados muestran que dos proyectos resultan rentables a precios sociales, El Galpón y Ránquil, y otros dos quedaron cerca, Rahuil y Centro Cementerio. Se realizó la evaluación económica a precios sociales para los proyectos alternativos descritos en el Capítulo 7 y Anexo 7-52, cuyos resultados también se muestran en el Cuadro 10-6, y su detalle de cálculo en los anexos 7-52 y 10-1. Los 4 proyectos alternativos resultaron rentables a precios sociales.

Cuadro 10-6: Resultados evaluación económica

Precios Privados					
Alternativa	VAN (MM \$)	IVAN	VAN/Sup (MM \$/ha)	n/k	TIR (%)
1. Cementerio	-1.232,2	-1,16	-7,5	0,11	<0,02
2. El Barco	-939,6	-1,19	-64,2	0,08	<0,02
3. El Galpón	-415,8	-1,43	-28,1	0,18	<0,02
4. Ránquil	-12.943,4	-0,90	-43,3	0,23	2,34%
5. Rahuil	-9.716,5	-0,93	-55,0	0,18	1,27%
Precios Sociales					
Alternativa	VAN (MM \$)	IVAN	VAN/Sup (MM \$/ha)	n/k	TIR (%)
1. Cementerio	-181,1	-0,17	-7,50	0,11	4,92%
2. El Barco	-306,4	-0,48	-20,99	0,08	3,28%
3. El Galpón	98,4	0,43	6,65	1,23	7,48%
4. Ránquil	284,6	0,03	0,95	1,02	6,14%
5. Rahuil	-1.294,6	-0,16	-7,33	0,18	5,13%
6. Alternativa Cementerio	149,6	0,14	7,48	0,11	7,36%
7. Alternativa El Barco, 8 ha	44,4	0,33	5,55	0,08	7,09%
8. Alternativa El Barco, 4 ha	23,5	0,45	5,87	0,08	7,19%
9: Alternativa Emb. Rahuil	905,7	0,15	5,13	0,18	6,72%

Fuente: Elaboración propia.

10.5. Análisis de Sensibilidad

Al hacer cualquier evaluación económica, siempre hay un elemento de incertidumbre asociado a las variables y alternativas que se estudian, lo que dificulta una toma de decisiones con mayor seguridad. Una forma de disminuir o dimensionar esta incertidumbre es a través un análisis de sensibilidad, que busca identificar las variables que más afectan el resultado económico de un proyecto y la magnitud de su incidencia. En este caso se evalúa una variación de un 10% en el costo de las inversiones y los beneficios.

En primer lugar, los proyectos de Centro Cementerio y Rahuil se convierten en rentables en el escenario de disminución de costos y aumento de beneficios. Por otra parte, el proyecto El Galpón es rentable en todas las situaciones, a diferencia del proyecto Ránquil, el cual resulta bastante sensible a las distintas variaciones. En cuanto a los proyectos alternativos Cementerio y El Barco, se destacan por mantenerse rentables en todos los escenarios evaluados, sólo el proyecto alternativo embale Rahuil queda en una condición no rentable en un escenario en que disminuyen los beneficios y aumentan los costos, siendo rentable en todos los demás escenarios como se aprecia en el Cuadro 10-7.

Cuadro 10-7: Análisis de sensibilidad

Proyecto	Escenarios Evaluación											
	Costos +10%		Costos -10%		Beneficios +10%		Beneficios -10%		Ben +10% y Cos -10%		Ben -10% y Cos +10%	
	VAN (MM \$)	TIR (%)	VAN (MM \$)	TIR (%)	VAN (MM \$)	TIR (%)	VAN (MM \$)	TIR (%)	VAN (MM \$)	TIR (%)	VAN (MM \$)	TIR (%)
1. Cementerio	-276,8	4,42%	-88,5	5,44%	-88,5	5,50%	-273,3	4,24%	5,7	6,03%	-367,3	3,76%
2. El Barco	-378,8	2,80%	-236,4	3,77%	-257,0	3,85%	-356,3	2,61%	-185,7	4,36%	-427,4	2,14%
3. El Galpón	71,0	7,03%	125,8	7,98%	142,9	8,01%	55,3	6,90%	170,3	8,50%	55,3	6,90%
4. Ránquil	-842,4	5,61%	1.411,6	6,73%	1.642,2	6,76%	-1.035,0	5,46%	2.769,9	7,35%	-2.161,3	4,93%
5. Rahuil	-2.168,8	4,61%	-443,9	5,68%	-403,0	5,74%	-2.177,0	4,43%	460,2	6,31%	-3.038,7	3,92%
6. Alternativa Cementerio	103,6	6,90%	200,9	7,91%	231,7	7,95%	75,7	6,74%	280,4	8,48%	27,1	6,25%
7. Alternativa El Barco, 8 ha	30,9	6,71%	65,5	7,66%	76,2	7,71%	21,3	6,56%	93,5	8,19%	4,0	6,10%
8. Alternativa El Barco, 4 ha	19,8	6,93%	36,4	7,86%	42,1	7,91%	14,6	6,77%	50,4	8,39%	6,4	6,32%
9. Alternativa Emb. Rahuil	274,1	6,21%	1.554,9	7,30%	1.819,9	7,35%	41,8	6,04%	2.460,9	7,92%	-598,0	5,52%

Fuente: Elaboración propia.

11. PROGRAMA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

11.1. Introducción

Este capítulo contiene una descripción de las distintas actividades participativas que fueron efectuadas a lo largo del estudio. Se incluyen aquí algunos elementos de revisión bibliográfica y, especialmente, un relato de las distintas reuniones llevadas a cabo con potenciales beneficiarios y con representantes de la institucionalidad local y regional ligada a la temática en estudio. En su conjunto, estas actividades han ayudado a socializar el proyecto y a levantar información de interés para la selección de proyectos y para indagar la pertinencia de la iniciativa y la valoración social existente en torno a la misma.

Cabe señalar que el proceso participativo estuvo, desde un comienzo, constreñido por la pandemia, lo que limitó (y en algunos momentos hizo imposible) las posibilidades de efectuar encuentros presenciales con normalidad.

Así, a continuación, se describen cada una de las actividades realizadas, en un relato que se articula en función de las cuatro etapas ejecutadas.

11.2. Etapa 1

11.2.1. Introducción

La primera etapa del estudio estuvo dedicada, principalmente, a establecer definiciones respecto al diseño participativo (considerando las restricciones de movilidad y limitaciones de aforo producto de la pandemia de covid-19 y el contexto eminentemente rural del área de estudio, lo que limita la conectividad y reduce las posibilidades de realizar actividades por videoconferencia). Así, dos fueron los aspectos principales que fueron abordados: en primer lugar, la caracterización de los actores relevantes en el área de estudio y, en segundo, el desarrollo de una serie de reuniones con actores locales, incluida la actividad protocolar de inicio, que permitieron dar inicio al proceso de relacionamiento comunitario. Estos dos aspectos son los que organizan este primer subcapítulo.

11.2.2. Principales Actores en el Territorio

Las fuentes de información utilizadas para la caracterización de los principales actores en el territorio correspondieron al estudio básico Diagnóstico para Desarrollar Plan de Riego en Cuenca de Itata (CNR, 2016), Diagnóstico para Evaluar la Conformación de una Junta de Vigilancia en el río Itata (DGA, 2017), Plan Valle del Itata 2017-2019 (GORE Biobío, 2016), conversaciones con informantes clave, noticias, entre otros.

11.2.2.1. Tipos de actores relevantes

Para un mejor ordenamiento de la caracterización realizada, se construyó una tipología de los actores que interesó caracterizar, estableciéndose una subdivisión entre los actores públicos, los privados y los sociales. La Figura 11-1, contiene dicha tipología.

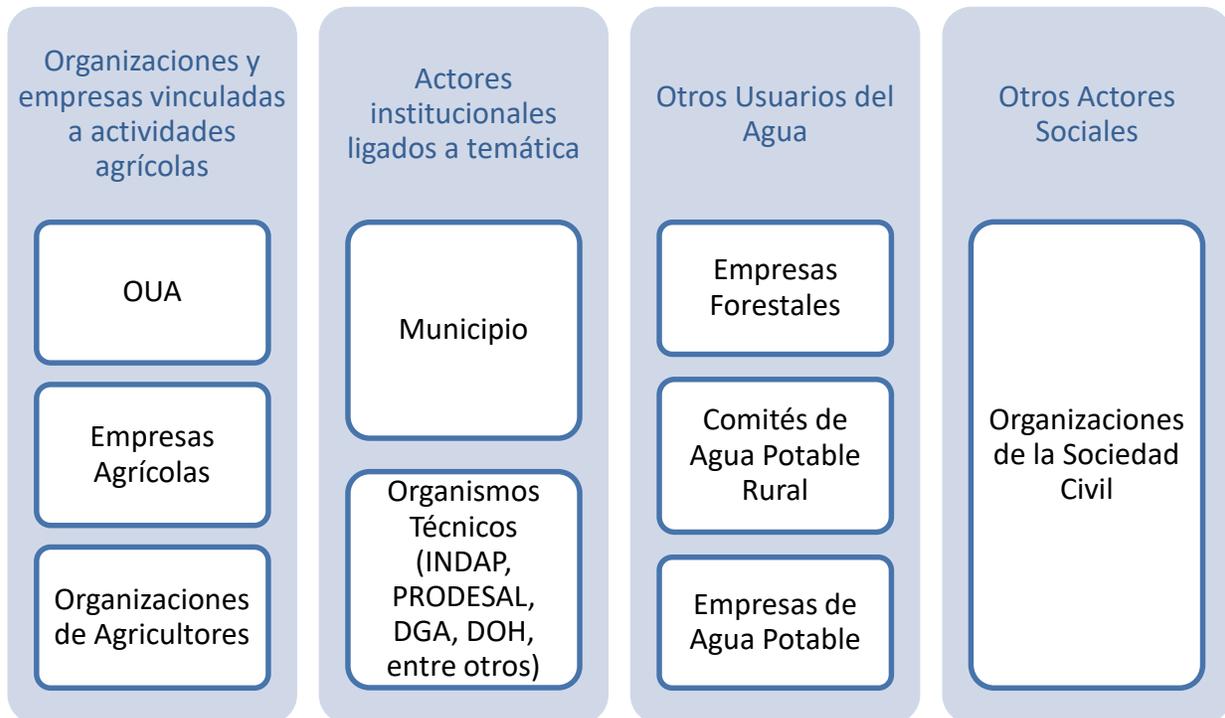


Figura 11-1: Grupos de Actores Considerados

Fuente: Elaboración propia.

11.2.2.2. Actores relevantes

El Cuadro 11-1 presenta el listado de representantes de los actores relevantes que poseen algún grado de interés para el estudio.

Cuadro 11-1: Actores Identificados

Tipo de actor	Institución / Organización	Cargo
Sector Público	Intendencia Región del Ñuble	Intendente
Sector Público	Gobernación	Gobernadora Provincia del Itata
Sector Público	Seremi Agricultura Región del Ñuble	SEREMI
Sector Público	Seremi OOPP Región del Ñuble	SEREMI (s)

Cuadro 11-1: Actores Identificados

Tipo de actor	Institución / Organización	Cargo
Sector Público	Seremi MIDESO Región del Ñuble	SEREMI
Sector Público	MMA	SEREMI R. del Ñuble
Sector Público	Bienes Nacionales	SEREMI R. del Ñuble
Sector Público	INDAP	Directora Regional
Sector Público	DOH	Director Regional
Sector Público	DGA	Director Regional Dirección General de Aguas Ñuble
Sector Público	SAG	Director Regional
Sector Público	INDAP	Jefe de Área
Sector Público	CNR	Jefe oficina zonal Biobío-Ñuble
Sector Público	CNR	Profesional CNR
Sector Público	CNR	Periodista Oficina Zonal Biobío-Ñuble
Sector Público	Alcalde de Ránquil	Alcalde / Usuario DAA Río Itata
Sector Público	Municipalidad de Ránquil	Encargada de Unidad de Desarrollo Económico
Sector Público	Municipalidad de Ránquil	Equipo PRODESAL
Sector Público	Municipalidad de Ránquil	Equipo PRODESAL
Sector Público	Municipalidad de Ránquil	Encargado Desarrollo Rural
Sector Público	Municipalidad de Ránquil	Secretario Municipal
Sector Público	Municipalidad de Ránquil	Director SECLPLAN
Sector Público	Concejo Municipal Ránquil	Concejales
Sector Público	Concejo Municipal Ránquil	Concejales
Sector Público	Concejo Municipal Ránquil	Concejales
Sector Público	Concejo Municipal Ránquil	Concejales
Sector Público	Concejo Municipal Ránquil	Concejales
Sector Público	Concejo Municipal Ránquil	Concejales
Sector Público	Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático	Encargado acuerdos voluntarios
Sector Público	Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático	Región del Ñuble
Sector Privado	Consejo Comunal de Organizaciones de la Sociedad Civil	Vicepresidenta UNCO / Representante Comité APR El Centro / Participante AVGC
Sector Privado	Empresa Arauco	Encargada de Relaciones Comunitarias / Participante AVGC
Sector Privado	Universidad de Concepción	Participante AVGC
Sector Privado	Universidad de Concepción	Participante AVGC
Sector Privado	Forestal Arauco	Encargada Desafío Agua / Participante AVGC

Cuadro 11-1: Actores Identificados

Tipo de actor	Institución / Organización	Cargo
Sector Privado	Celulosa Arauco y Constitución S.A.	Usuario DAA Río Itata / Fuente de emisión DS 90
Sector Privado	ESSBIO Agua Potable y Planta de Tratamiento de AS	Fuente de emisión DS 90
Sector Privado	Paneles Arauco S.A.	Usuario DAA Río Itata
Sector Privado	Aserraderos Arauco S.A.	Usuario DAA Río Itata

Fuente: Elaboración propia.

11.2.2.3. Análisis de Actores relevantes

Entre los actores públicos conviven representantes y funcionarios de los tres niveles administrativos involucrados en el territorio: la escala regional, la provincial y la comunal. Existen diversas instituciones públicas que, desde estos distintos niveles, buscan impulsar el desarrollo productivo en la agricultura. Especial atención merece el trabajo que efectúa PRODESAL, considerando el gran peso que posee la pequeña agricultura en la comuna. Desde el nivel municipal, se ha delegado la comunicación con el equipo de trabajo de la consultora a María Soledad Ruiz, Encargada de la Unidad de Desarrollo Económico.

Dentro de la comuna se pueden distinguir aquellos usuarios de los recursos hídricos, que poseen derechos de aprovechamiento de aguas, los que se incluyen en la lista de actores relevantes. Algunos de ellos participan del Acuerdo Voluntario para la Gestión de Cuenca del Valle de Itata (en adelante AVGC). El AVGC es una instancia de gobernanza local y de gestión integrada de recursos hídricos, el que fue impulsado por la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (comité de la Corporación de Fomento de la Producción - CORFO), en el que participan la SEREMI de Energía, el municipio de Ránquil, INFOR, INDAP, DGA, CONAF, APRs, las forestales Arauco y Leonera, además de organizaciones de regantes y apicultores. Los objetivos⁶ del acuerdo se definieron en los diferentes talleres de trabajo durante la etapa de negociación, ellos son:

- c) Contribuir a la gobernanza local para la gestión del recurso hídrico en la cuenca, mediante la generación y difusión de conocimientos que promuevan su uso eficiente y la incorporación de alternativas tecnológicas apropiadas al territorio para alcanzar una mayor seguridad hídrica en la cuenca.
- d) Fomentar la producción limpia y el desarrollo de identidad local en las diversas actividades productivas, promoviendo la asociatividad y la sustentabilidad en el territorio.

⁶ Información extraída de: <http://www.intendenciabiobio.gov.cl/noticias/entidades-publicas-y-organizaciones-firman-acuerdo-voluntario-para-promover-la-gobernanza-local-y-el-desarrollo-sustentable-en-cuencas-del-valle-del-itata/>

- e) Promover la recuperación y preservación del patrimonio ambiental, asegurando la educación para la sustentabilidad, la gobernanza local y la responsabilidad social ambiental en la cuenca.
- f) Fortalecer las organizaciones de base y establecer instancias de comunicación permanentes entre distintos actores para el logro de los objetivos del Acuerdo, facilitando la información y difusión en medios y lenguaje apropiados a la realidad territorial.

Además del mundo asociado a la institucionalidad pública y privada, existen en el territorio una serie de organizaciones del mundo civil, las que se pueden clasificar en territoriales y funcionales.

Las organizaciones territoriales se componen de 30 juntas de vecinos, cuya nómina se presenta en el Anexo 11-1. Estas juntas de vecinos representan los sectores de El Centro, Vegas de Concha, Ismael Tapia Opazo de Nueva Aldea, Ñipas, San Ignacio de Palomares, Uvas Blancas, Cementerio, Paso El León, Alto El Huape, Paso Hondo, Lomas Coloradas, Ránquil, Rahuil, Carrizales, La Concepción, Cerro Verde, Manzanal, Cancha Los Botones, Batuco, Pueblo Viejo, El Barco, El Porvenir, 10 de Julio, El Galpón, Libertador Bernardo O'higgins, Los Naranjos, Las Rosas, Checura, Villa El Bosque y El Mirador de Batuco.

Asimismo, existen las Uniones Comunales, que para la comuna de Ránquil son cinco: Juntas de Vecinos, Adulto Mayor, Grupos Juveniles, De Centros Generales de Padres y Apoderados y de Mujeres (Ver Anexo 11-2).

Existen además organizaciones funcionales con distintos enfoques, tales como las vinculadas al agua potable, los comités de vivienda, organizaciones de mujeres, adultos mayores, deportivas y, aunque en menor medida, aquellas ligadas a aspectos productivos. De ellas solo se han obtenido los nombres de las organizaciones, que se presentan en el Anexo 11-3. En la lista se presentan 75 organizaciones, de las que 4 podrían tener alguna relación con el presente estudio, a saber:

- Asociación Apicultores Comuna de Ránquil.
- Comité de espumantes de Ránquil.
- Comité Productivo El Futuro La Esperanza de Batuco.
- Mercado Campesino Ránquil.

Por último, se ha indagado en aquellas personas jurídicas y empresas cuyo rubro principal esté relacionado con la agricultura y que tengan como dirección la comuna de Ránquil. De un total de 87 empresas y/o personas jurídicas existentes en la comuna, unas 20 empresas tienen relación con los rubros agrícola o ganaderos⁷. Esta lista se presenta en el Anexo 11-4.

⁷ Información extraída de: https://www.sii.cl/sobre_el_sii/nominapersonasjuridicas.html

11.2.3. Reuniones con Actores del Territorio

Durante la primera etapa del estudio se sostuvieron diversas reuniones con actores claves del territorio y se efectuó una primera visita de reconocimiento en terreno. En acuerdo con la CNR, y debido a las limitaciones para las actividades que suponía por entonces la pandemia, la actividad protocolar correspondió a encuentros separados con servicios públicos y con el concejo municipal de Ránquil. Junto con ello, se efectuaron reuniones iniciales con otros actores relevantes y actividades de difusión, todo lo que será detallado a continuación.

11.2.3.1. Actividad Protocolar de Inicio

Los TR señalaban la necesidad de efectuar una actividad protocolar de inicio, que sirviera para comenzar la difusión del estudio y sus objetivos entre los actores locales. Dado el contexto de pandemia, se definió realizar reuniones separadas, con actores de escala local y regional. Por ello, se realizaron dos reuniones: La primera de ellas, con diversos servicios públicos, convocados a través de la Comisión Regional de Riego y, la segunda, con el concejo municipal de Ránquil.

Reunión Técnica con Servicios Públicos

El día 26 de noviembre de 2020 a las 15 horas se efectuó una reunión virtual con la Comisión Regional de Riego (CRR). Los participantes a la reunión se presentan en el Cuadro 11-2, además en la Fotografía 11-1 se presentan fotografías de la actividad. La presentación que se realizó se encuentra en el Anexo 11-5. En esta presentación se abordan los principales aspectos del estudio, como los objetivos, el área de estudio, las etapas, los principales productos, además de generar un espacio de conversación para responder a dudas e inquietudes.

En este último momento, se consultó sobre la superficie a regar respecto de la toma, a lo que se contesta que la superficie a regar dependerá de los estudios hidrológicos que se realicen y del tipo de tecnología a proyectar, ya que eso permitiría ser más eficiente.

Se comenta, además que, de los 100 L/s quedarían unos 97 L/s ya que se realizaron algunas transferencias por la municipalidad, las que deben ser corroboradas en las primeras etapas del estudio.

El jefe de proyecto destaca que en el río Itata podría haber recursos disponibles de carácter eventual, por lo que para su uso en los meses de mayor demanda se requeriría un embalse o una obra de acumulación. Se debe analizar también el sitio estudiado anteriormente en Ránquil, que tiene un área factible de unas 160 ha.

Se indica que el estudio finalizaría en marzo de 2022.

Los funcionarios destacan la importancia de poder sumar nuevas hectáreas bajo riego en la región, teniendo en la zona del valle del Itata una muy buena proyección vitivinícola y pone a disposición

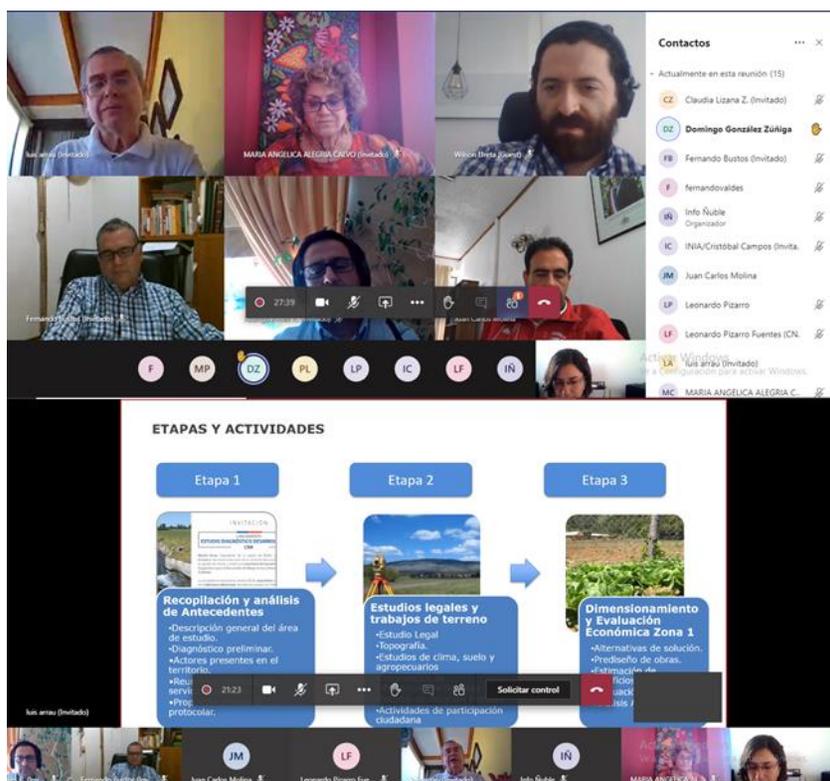
la colaboración de las instituciones en el estudio. El SEREMI indica que el agua es muy importante en la comuna, dada la escasez del recurso.

La sistematización de la reunión se presenta en Anexo 11-6.

Cuadro 11-2: Asistentes reunión CRR

Asistente	Cargo
Juan Carlos Molina	Seremi Agricultura Región del Ñuble
Rodrigo Avilés	Director Regional INIA Quilimapu e INIA Raihuén
Fernando Bustos	Profesional CNR
Alejandro Fuentes	Periodista Oficina Zonal Biobío-Ñuble
Domingo González	Director Regional CONAF Ñuble
Leonardo Pizarro	Profesional CNR – Coordinador estudio
Luis Arrau	Jefe de proyecto – equipo consultor
María Angélica Alegría	Equipo consultor
Fernando Valdés	Equipo consultor
Wilson Ureta	Equipo consultor
Claudia Lizana	Equipo consultor

Fuente: Registro del consultor.



Fotografía 11-1: Medio de verificación reunión CRR.

Fuente: Registro del consultor.

Reunión Concejo Municipal de Ránquil

La reunión con el Concejo Municipal fue efectuada el 7 de diciembre de 2020. Se asiste de manera virtual a la reunión de Concejo, donde en primer lugar se lee el acta y luego se da pie para realizar la presentación que se encuentra en el Anexo 11-5. Los asistentes a la reunión se presentan en el Cuadro 11-3, además de presentar la Fotografía 11-2 que muestra una vista de la actividad.

Al principio de la actividad el Coordinador del estudio, Leonardo Pizarro, introduce el tema del estudio y presenta al equipo consultor. Posteriormente Wilson Ureta, presenta las principales características del estudio. Las consultas se centraron principalmente en el tema legal, lo que se presenta a continuación.

Se destaca la iniciativa y se felicita a quienes gestionaron el estudio.

Pide poner atención en el desarrollo del turismo rural, el ecoturismo. Manifiesta que se podría obtener más litros por segundo de la mega empresa, ya que tiene una enorme cantidad de agua. Ojalá se considere la reutilización de aguas industriales en algún tipo de iniciativa. Concejal indica que hubo un proyecto en el sector de Navas y que no se concretó ya que el estudio no coincidía con la DGA en cuanto a la capacidad de L/s. Se contesta que dentro del análisis el estudio realizado por la DOH, además de otras fuentes de aguas, se podría considerar el multiuso, aunque se encuentra centrado en el uso productivo, además se considerará un análisis de los derechos eventuales.

Se debe dejar claro que el proyecto es solo un estudio, ya que el estudio DOH levantó mucha expectativa. La comunidad a veces rechaza este tipo de obras por el tema ambiental. Consulta cuántas hectáreas se podrían regar con el proyecto. Consulta si puede venir una empresa después y comprar los DAA. Comenta que el municipio tuvo que pagar una multa por el no uso de los DAA, desea saber en qué situación están los pagos. Se responde que no se puede aventurar una superficie y que el municipio se encuentra pagando patente.

Por la sinuosidad de la geografía no sabe cómo podría acumularse el agua. Se contesta que se consideran sectores que podrían ser propicios desde el punto de vista hidráulico, descartando sectores que se encuentren muy alejados de las fuentes de agua, como por ejemplo Cerro Verde. La CNR ha implementado sistemas de impulsión con ERNC en otros sectores, teniendo buenos resultados. Es un desafío para el equipo de ingeniería y como experiencia para la consultora.

En Rahuil y Quilo está la productividad de la comuna, ya que se está trabajando en distintos cultivos.

La propiedad de los DAA afecta, ya que puede llegar a manos de particulares que los pueden vender y heredar. Quiere saber si los actos efectuados por el municipio están ajustados a derecho. Se le contesta que en los DAA se establece la titularidad de su propiedad. Se ejemplifica con algunos casos donde se construía una obra y se asignaba el agua y luego los agricultores vendían los derechos y los

canales se quedaban sin agua. Se estudiará si podría haber limitaciones a la transferencia, ya que hay situaciones en que se puede restringir. Se debe estudiar el tema de las organizaciones de usuarios de aguas, el código de aguas establece que puede haber otro tipo de sociedades distintas a las comunidades de aguas o asociaciones de canalistas. Es una materia que se debe resolver a lo largo del estudio.

Pudiera ser que no se otorgue el DAA a nadie hasta que cambie el Código de Aguas. Arauco debería pagar por el uso de las aguas, ocupan mucha agua. Exponen que estuvieron a punto de perder las aguas por el no pago de la patente. Se consulta si ya se ha estudiado la escritura, ya que se entregaron los DAA en un punto específico y a quien se le entregó el derecho lo está ocupando en otro punto, consulta si en un eventual proyecto se tendría que trasladar. Se responde que la escritura de donación es bastante precaria, transfiere el DAA y pide respetar el caudal ecológico, pero no expresa el punto de captación. Desde un punto de vista legal es un título imperfecto.

Se produce una discusión respecto de los DAA y el uso que debiera darse, ya que en la escritura se indica que debe ser un uso productivo, sin embargo, hay una solicitud de un comité de APR al municipio para poder abastecerse de estas aguas, ya que la situación de sequía que se está viviendo está afectando la cantidad de agua de los sistemas de APR. Se ofrece que, una vez terminado el diagnóstico, nos puedan invitar nuevamente al Concejo a exponer los resultados más concretos.

La sistematización de la reunión se presenta en Anexo 11-7

Cuadro 11-3: Asistentes reunión concejo municipal

Asistente	Cargo
María Soledad Ruiz	Encargada de Unidad de Desarrollo Económico
Felipe Rebolledo Sáez	Concejales
Jorge Aguilera Gatica	Concejales
Claudio Rabanal Muñoz	Concejales
Eladio Cartes García	Concejales
Leonardo Torres Palma	Concejales
Víctor Rabanal Yévenes	Concejales
Elson Inostroza	-
Claudia Pantoja	-
Víctor Vargas	-
Alejandro Valenzuela	Secretario Municipal
María Soledad Ruiz	Encargada de Unidad de Desarrollo Económico
CHCC Ránquil	-
Dennis Rivas Oviedo	-
Jeannette Calvet	Vicepresidenta / Representante Comité APR El Centro / Participante AVGC
Juany Vergara	-
Leonardo Pizarro	Profesional CNR – Coordinador estudio (virtual)
Cristian Navarrete	Profesional CNR
Felipe Salamanca	Profesional CNR
Luis Arrau	Equipo consultor
Wilson Ureta	Equipo consultor
Claudia Lizana	Equipo consultor

Cuadro 11-3: Asistentes reunión concejo municipal

Asistente	Cargo
María Angélica Alegría	Equipo consultor
Fernando Valdés	Equipo consultor

Fuente: Registro del consultor.



Fotografía 11-2: Fotografía reunión concejo municipal

Fuente: Registro del consultor.

11.2.3.2. Otras Reuniones con Actores en el Territorio

Como se ha señalado, además de las actividades protocolares de inicio, se efectuaron una serie de reuniones que sirvieron para continuar socializando el estudio y para convocar a distintos organismos a ser parte del mismo. Así, se realizaron reuniones de coordinación con la oficina CNR de Ñuble, con el equipo PRODESAL del municipio y con el Acuerdo Voluntario de Gestión de Cuencas.

Reunión Coordinación con Oficina CNR Ñuble

El día 10 de noviembre de 2020 a las 17 horas se efectuó una reunión virtual con la Oficina de la CNR en la Región del Ñuble. Los participantes de la reunión se presentan en el Cuadro 11-4. La presentación que se realizó se encuentra en el Anexo 11-8.

En esta reunión se presentó el equipo de la oficina CNR Ñuble, el Coordinador del estudio y los participantes del equipo consultor. Se explica que este estudio fue requerido por el municipio de Ránquil dada la donación que recibieron de 100 L/s. Se conversan detalles sobre el pago de patentes. Fue en esta reunión en la que se acordó que una de las primeras reuniones a realizar debía ser con la municipalidad de Ránquil, sistematización que ya fue presentada más arriba.

Cuadro 11-4: Asistentes reunión oficina CNR Ñuble

Asistente	Cargo
Javier Ávila	Coordinador Zonal Ñuble
Fernando Bustos	Profesional CNR
Alejandro Fuentes	Periodista Oficina Zonal Biobío-Ñuble
Leonardo Pizarro	Profesional CNR – Coordinador estudio
Luis Arrau	Jefe de proyecto – equipo consultor
María Angélica Alegría	Equipo consultor
Fernando Valdés	Equipo consultor
Wilson Ureta	Equipo consultor
Claudia Lizana	Equipo consultor

Fuente: Registro del consultor.

Reunión PRODESAL

El día 3 de diciembre de 2020, a las 9 horas, se realizó la reunión de presentación al equipo PRODESAL, de la que participó presencialmente el equipo consultor y de manera virtual el equipo de la CNR. La presentación realizada es la que se presenta en el 4-7.

Esta reunión fue llevada a cabo bajo los protocolos COVID indicados por la CNR en el documento que se presenta en el Anexo 11-9. Los asistentes firmaron la lista de asistencia (Ver Anexo 11-10) y la declaración jurada anexa al protocolo COVID (ver Anexo 11-11, algunos participantes se retiraron en mitad de la reunión, por lo que no todos firmaron la asistencia y declaración). En el Cuadro 11-5 se presenta la lista de asistencia y en la Fotografía 11-3, imágenes de la actividad.

Las principales inquietudes se centraron en los siguientes aspectos:

- Se consulta si la elaboración de los proyectos cumple con los estándares MIDESO. Se responde que se cumple a nivel de perfil avanzado.
- Se indica que los agricultores ya se encuentran cansados de la realización de estudios y que estos no tengan resultados concretos. Se destaca que los productos intermedios, que también serán de utilidad para la comuna y los usuarios y que se espera llegar a resultados concretos como por ejemplo la recomendación de los DAA y los resultados de la encuesta de diagnóstico productivo.
- Se deja en claro que la CNR buscó dar una solución para toda la comuna, no solo para la zona 1 priorizada.
- Se indica que la solución legal es un producto importante, ya que se analizará si se pueden establecer condiciones a los agricultores para que respeten el uso y se conserven los principios de la municipalidad, se analizarán restricciones a la venta, también se debe analizar quién se hará cargo de la administración de los DAA y de su gestión. Soledad Ruiz destaca que uno de los acuerdos de la mesa público privada del AVGC es que los DAA deben ser un bien público, además comenta que les interesa que

la ejecución del proyecto que resulte del estudio sea de ejecución en el más corto plazo, agradeciendo las rápidas gestiones de la CNR y esperando que se materialicen las obras.

- Felipe Salamanca dice que lo que podría acomodar a la figura de bien público es el comodato o el usufructo, ya que se puede entregar solo el uso, o el uso y el goce, respectivamente. Esto es contrastado por Soledad Ruiz, que esto dependerá de los fondos a los que se postule, ya que por ejemplo MIDESO podría establecer como requisito que se establezca un usufructo.
- Un miembro del equipo PRODESAL comenta que hay que buscar que se optimice el uso del agua, para llegar a todos los agricultores. Otro miembro del equipo consulta cuál es el tipo de agricultor que se va a beneficiario, si será por sector, o a los emprendedores, o a los de autoconsumo. El equipo consultor indica que en primer lugar se debe conocer dónde están los agricultores y qué tipo de cultivos se dan en la zona. Se complementa con que la obra por sí sola no va a dar resultado, sino que debe estar ligada a una propuesta de programa de asistencia técnica y de transferencia tecnológica.
- Entre varios comentan los cultivos que se dan en distintos sectores, como la palta en sectores más altos, frutillas, cerezos, limones, chacra, hortalizas, zapallo europeo, almendros en huerto, arándanos, tomate, vid moscatel. Los nogales no andan bien por la floración y el olivo tampoco ha andado tan bien. Por la falta de agua en esta temporada la fruta “se arrebató”. La potencialidad no es estándar, ya que hay condiciones diferentes por sector y microclimas.
- Enrique Muñoz, de fomento productivo, consulta sobre qué es lo que pasará con los agricultores a los que se ha implementado pozos profundos (se han implementado 30 pozos con caudal máximo de 0,3 L/s). Se indica que no es un criterio dejarlos fuera, ya que probablemente se ha resuelto el problema en una parte pequeña de su predio. A su vez, comenta que la mayoría de los agricultores están bajo el alero de INDAP.

La sistematización de la reunión se presenta en Anexo 11-12.

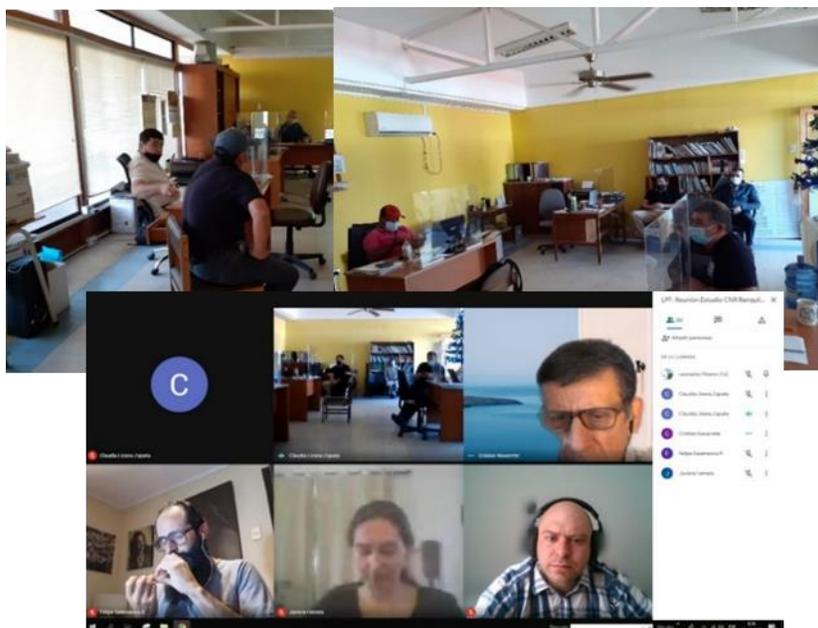
Cuadro 11-5: Asistentes reunión PRODESAL

Asistente	Cargo
María Soledad Ruiz	Encargada de Unidad de Desarrollo Económico
Hugo Contreras Soto	Equipo PRODESAL
Carlos Valenzuela Meza	Equipo PRODESAL
Enrique Muñoz	Encargado Desarrollo Rural
Luis Muñoz	Equipo PRODESAL
Aldo Durán F.	Equipo PRODESAL
Eduardo Lazcani	Equipo PRODESAL
Danilo Neira	Asesor ecológico
Luis Arrau	Equipo consultor

Cuadro 11-5: Asistentes reunión PRODESAL

Asistente	Cargo
Wilson Ureta	Equipo consultor
Claudia Lizana	Equipo consultor
Cristian Navarrete	Profesional CNR (virtual)
Javiera Herrera	Profesional CNR (virtual)
Felipe Salamanca	Profesional CNR (virtual)
Leonardo Pizarro	Profesional CNR – Coordinador estudio (virtual)

Fuente: Registro del consultor.



Fotografía 11-3: Mosaico fotografías reunión PRODESAL

Fuente: Registro del consultor.

Reunión Acuerdo Voluntario de Gestión de Cuenca (AVGC)

El 10 de diciembre de 2020 se efectuó una reunión del AVGC a la que fue invitada la CNR y el equipo consultor a presentar el estudio y sus principales características. Los asistentes a la reunión se presentan en el Cuadro 11-6 y en la Fotografía 11-4 se visualiza una imagen de la actividad.

Las inquietudes que se presentaron en esta instancia se relacionaron con la solicitud que habrían hecho los comités de APR para utilizar el agua del proyecto para solucionar los temas de abastecimiento de agua potable, ya que actualmente no tienen capacidad para abastecer a todos los vecinos y la DOH hizo un estudio hidrogeológico y no se encontró agua. Estaban solicitando 4 L/s y fueron negados en el Concejo, debido a las dudas que se generaron en el Concejo Municipal a raíz de la presentación del estudio, ya que, según lo indicado por asistente, se generó un mal entendido. Se aclara que en el concejo se presentaron todas las opciones posibles, pero que ante todo los dueños del DAA en el municipio y como tal es quien toma las decisiones.

Se discute respecto del uso que se encuentra estipulado en la escritura de donación, ya que indica que el uso es productivo y el consumo de agua potable no lo es. Lo que es recalado también por representantes de la empresa Arauco. La discusión se enmarca en que el Código de Aguas no indica que las aguas deban tener un uso específico. Se recomienda trabajar con la DGA en decretar la zona de escasez por medio de un análisis técnico. Representante del APR indica que está en reuniones de trabajo con DGA y DOH para construir punteras y que realizarán el estudio de ingeniería por medio de una fundación.

Antes de la licitación hubo una reunión con 18 organismos, incluyendo al MIDESO, que observaron que la escritura decía uso productivo, ya que la escritura así lo dice ya que la empresa donó el agua para compensar los daños que podría generar a los agricultores, especialmente a los viñateros. Se aclara que la municipalidad no cuenta con un asesor legal y tampoco con un periodista que vea el tema de comunicaciones.

Dentro de la conversación se solicita a la empresa Arauco si ellos pueden destinar otra cantidad de agua para ese uso, a lo que se responde que no, debido a que se donaron los 100 L/s en un contexto relacionado con la RCA y que el uso es para temas productivos. La representante del municipio indica que no ha sido voluntad del municipio no utilizar los 100 L/s, ya que la búsqueda de recursos para materializar el proyecto ha sido larga.

Se agradece el espacio de debate y se aclara que es frecuente encontrar tensiones en relación con el uso del agua. En este caso el objetivo es el riego y no se puede tomar atribuciones correspondientes a otros servicios, como tampoco levantar falsas expectativas. La idea es poder ir generando reuniones a lo largo del estudio y estamos dispuestos a recibir sus observaciones.

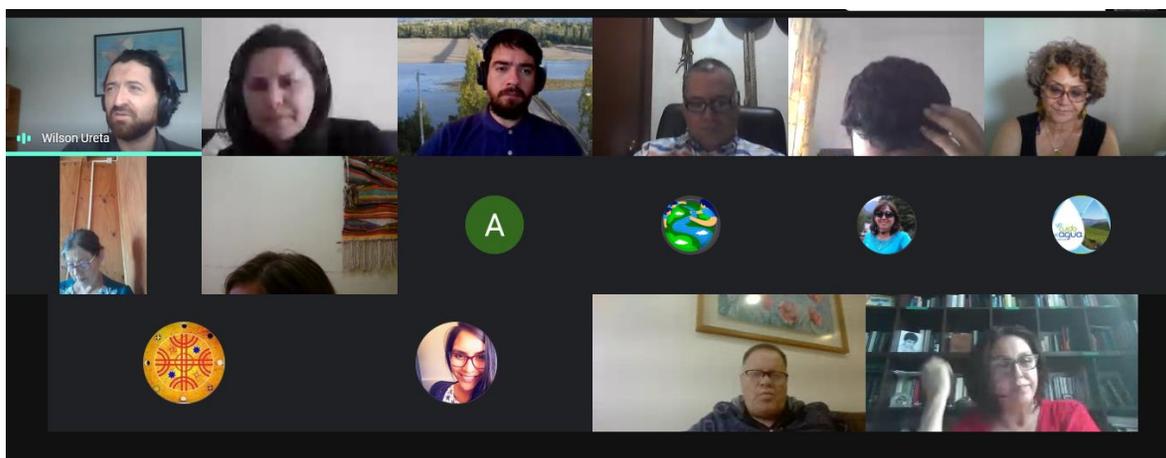
Para finalizar quien dirige la mesa desea éxito en la ejecución del proyecto.

La sistematización de la reunión se presenta en Anexo 11-13.

Cuadro 11-6: Asistentes reunión AVGC

Asistente	Cargo
María Soledad Ruiz	Encargada de Unidad de Desarrollo Económico
Jeannette Calvet	Vicepresidenta UNCO / Representante Comité APR El Centro / Participante AVGC
Alejandra Torres Acuña	Empresa Arauco
Bárbara Flores Fuentes	Forestal Arauco
Felipe Torres	ASCC
Walter Valdivia Cea	Universidad de Concepción
Noelia Carrasco	Universidad de Concepción
Fernando Bustos Gana	CNR
María Victoria Borzone	-
Nury Ormeno	-
Sebastián Jofré	-
Walter Valdivia	-
Leticia Benedetti	-
Leonardo Pizarro	Profesional CNR – Coordinador estudio (virtual)
Luis Arrau	Equipo consultor
Wilson Ureta	Equipo consultor
Claudia Lizana	Equipo consultor
María Angélica Alegría	Equipo consultor

Fuente: Registro del consultor.

**Fotografía 11-4: Imagen reunión AVGC**

Fuente: Registro del consultor.

11.2.4. Visita Inicial a Terreno

En forma posterior a la reunión efectuada con el equipo PRODESAL, se realizó una visita a terreno en conjunto con María Soledad Ruiz, Hugo Contreras, Luis Arrau, Wilson Ureta y Claudia Lizana. En ella se visitaron sectores representativos de la comuna, entre ellos a algunos agricultores que participan del PRODESAL.

En la Figura 11-2 se presentan los puntos visitados y en el Cuadro 11-7 el contexto de cada uno de los puntos. En la Fotografía 11-5 se presentan algunas fotografías de la actividad. En el Anexo 11-14 se presenta un kmz que incluye una fotografía representativa de cada punto visitado.

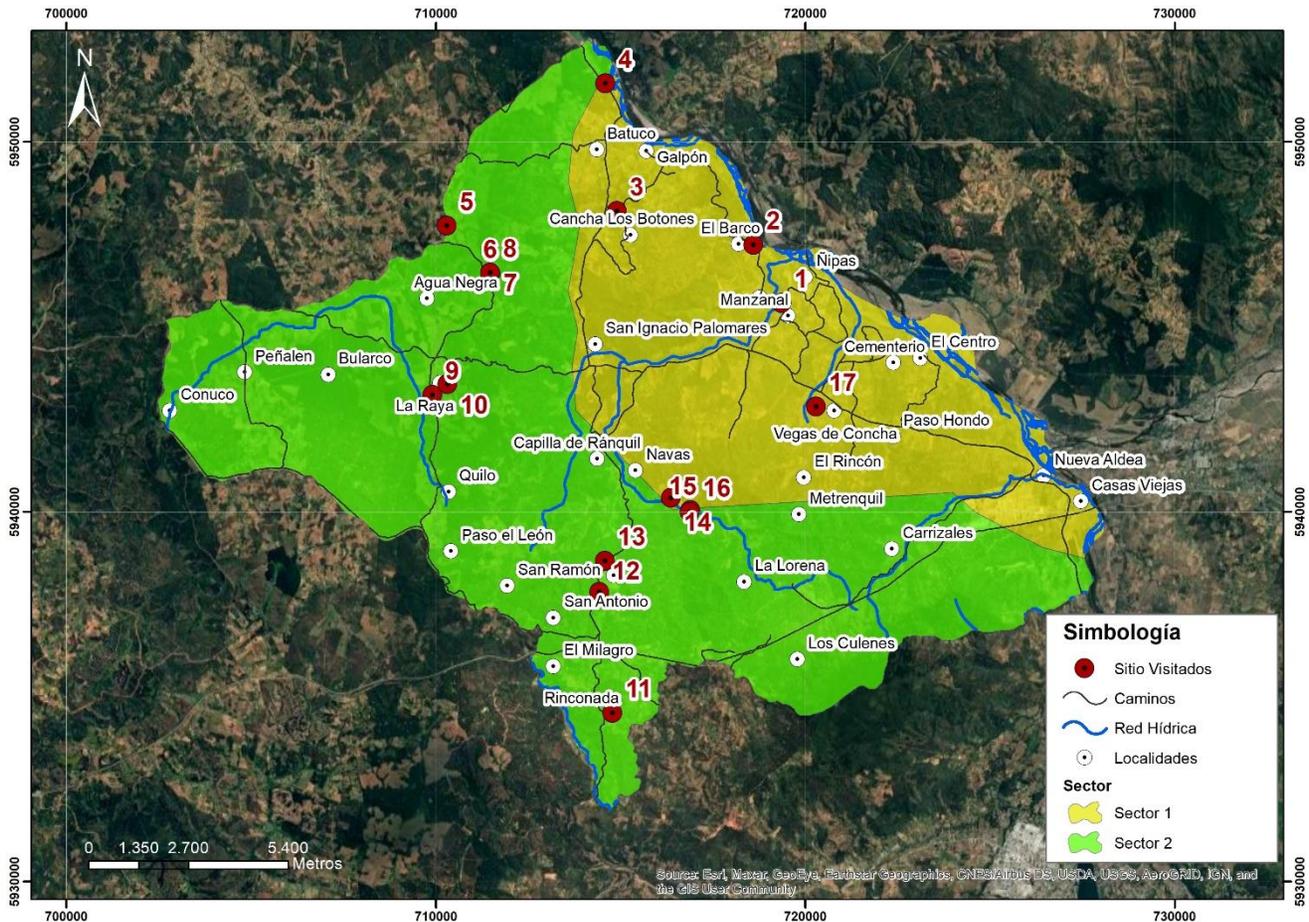


Figura 11-2: Puntos Visitados 3 de diciembre de 2020

Fuente: Registro del consultor.

Cuadro 11-7: Puntos Visitados 3 de diciembre de 2020

ID Punto	Contexto
1	Estero El Chingue, es afluente al estero Pirihuín
2	Se observan cultivos en sector cercano al río Itata
3	Sector Cancha Los Botones, se visualiza sector de Batuco donde se combinan sectores planos y de lomajes. Fue un sector beneficiado por la reforma agraria, donde está conformado el comité de agricultores de Batuco.
4	Se visita predio de don Omar Vera, a quien se le hizo traspaso de 2 L/s, quien tiene un tranque de acumulación con geomembrana de 450.000 l para el riego de 1,5 ha que está a 100 m de distancia del río Itata aproximadamente, que llena por bombeo con ERNC con sistema <i>on grid</i> (solar). Cultiva frutillas, cerezas, berries, duraznos, chacra, miel. Junto con su compañera elabora productos como vino, chicha, mermeladas, conservas, entre otros, con el nombre Noe.
5	Checura, en el límite con la comuna de Coelemu, en los lomajes hay viñedos tradicionales de la zona.
6	Desde el sector de Cerro Verde se obtiene una vista panorámica de la comuna de Ránquil. Se visualiza desde el sector más alto hacia el río Itata.
7	
8	
9	
9	En el sector Romerillo se visualizan nuevos cultivos, paltos y plantaciones forestales.
10	Se visita predio de familia Luengo, que posee plantaciones de paltos que riega por medio de un tranque e impulsión por medio de ERNC solar, con una producción de 2.500 kg. Vende a \$4.000 el kg. De camino al punto 11 se visita sector de Los Perales, sector donde hay unos 30 agricultores, donde predominantemente hay uva. En el sector se conmemora la batalla de El Quilo (1814).
11	En el sector de El Laurel se visita a la señora Delia, que hace 2 años tiene un poco profundo que le permite tener 80 paltos, cerezas y chacra. En el sector hay unas 40 familias. Se conversa con ella sobre el proceso de emigración de la gente más joven hacia los centros urbanos.
12	Desde un sector alto se observa el sector San Agustín, donde está un predio perteneciente a Agustín Fraijó, que es uno de los productores más grandes de la comuna que tiene paltos y guindos en terrazas. Camino al punto 14, en el sector La Capilla se visita a don Sergio Quiroga que tiene un “canal natural” con el que se riega un sector de pradera. Recuerda que se propuso un embalse en el sector de Navas, pero hubo personas que se opusieron por temor a que se viniera abajo la obra.
13	
14	Se visita a don Juan, que acompaña al grupo a visitar el sector estudiado por la DOH en el estero Ránquil, en los puntos 15 y 16 se ven los puntos donde se realizaron sondajes y monolitos. Se comenta que el embalse no fue priorizado en el estudio.
15	
16	
17	En el sector Vega de Concha, cercano a Ránquil, se visita predio de Mauricio Bahamondes, que cultiva paltos, arándanos, zapallo, tomate, entre otros.

Fuente: Registro del consultor.



Fotografía 11-5: Mosaico visita a terreno

Fuente: Registro del consultor.

11.2.5. Entrevista radial

El día 17 de diciembre de 2020 se realizó una entrevista radial a Javier Ávila, Jefe oficina zonal Biobío-Ñuble en la Radio Perla, transmitido mediante el siguiente link: <http://stream.zeno.fm/8h388xgfcM0uv>. En esta entrevista se presentaron los principales aspectos del estudio.

11.3. Etapa 2

11.3.1. Introducción

Luego de la serie de reuniones sostenidas durante la etapa 1, el proceso continuó con la ejecución de nuevos encuentros participativos. Según lo establecido en los TR, durante la etapa 2 correspondía efectuar una serie de reuniones con agricultores, tanto de la zona priorizada como de la no priorizada. En acuerdo con la CNR, y considerando la situación sanitaria y la efectuación de elecciones a principios del mes de abril del 2021, se decidió concretar dichos encuentros durante el mes de mayo del 2021.

Cabe señalar que la opción de esperar un momento que permitiera efectuar los encuentros de manera presencial, estuvo dada por el poco acceso a la conectividad digital que existe en los sectores rurales de la comuna, idea que fue reforzada a partir de los resultados obtenidos en la encuesta de conectividad realizada junto a la encuesta agronómica. Precisamente, dichos resultados son el primer punto de este subcapítulo el que exhibe, luego de ello, el ordenamiento metodológico de las reuniones y los principales contenidos de las mismas.

11.3.2. Encuesta de Conectividad

Como se señaló, en la encuesta agronómica se incluyeron algunas preguntas relativas a la conectividad y al uso de tecnologías por parte de los agricultores en las dos zonas de riego. En términos generales, los resultados reforzaron la opción adoptada en torno a la necesidad de esperar una mayor apertura en la Plan Paso a Paso, que permita realizar actividades presenciales, debido a la poca internalización de las nuevas tecnologías por parte de los potenciales beneficiarios.

Si bien es cierto que la mayor parte de los más de 200 encuestados declaró poseer celular y señal telefónica en su localidad, al indagar sobre la utilización del mismo, los resultados son menos alentadores. La Figura 11-3 contiene los resultados de las preguntas relativas al uso de celular y existencia de señal en localidad. Como en ella puede apreciarse, casi la totalidad de los encuestados declaró tener teléfono móvil, y más del 93% señaló que en su localidad existe señal.

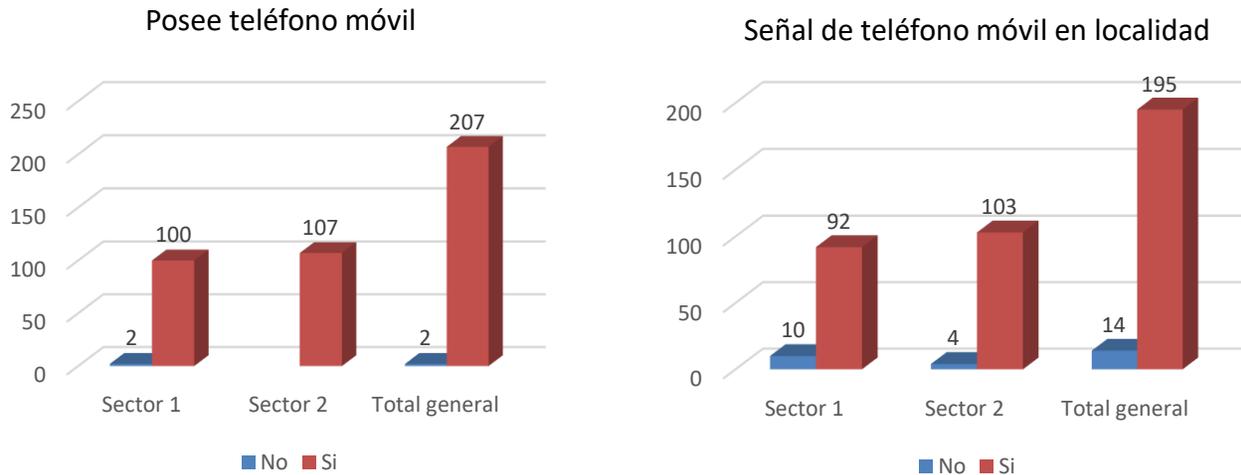


Figura 11-3: Teléfono móvil y señal telefónica

Fuente: Equipo Consultor.

Si bien la conectividad telefónica es muy elevada, la utilización de internet móvil tiene un alcance mucho menor. Como se puede apreciar en la Figura 11-4, solo un 59% de los encuestados declaró poseer internet móvil en su teléfono, lo que significa que algo más de un 40% de los agricultores considerados en la muestra no puede utilizar herramientas tecnológicas que impliquen el uso de internet. El sector 1 se encontraría más rezagado que el 2, con un 56% de los encuestados que manifestó no tener internet móvil. El internet residencial, que por lo general brinda una mejor conexión, tiene una presencia muy marginal, alcanzando solo a un 5% del total de los encuestados.

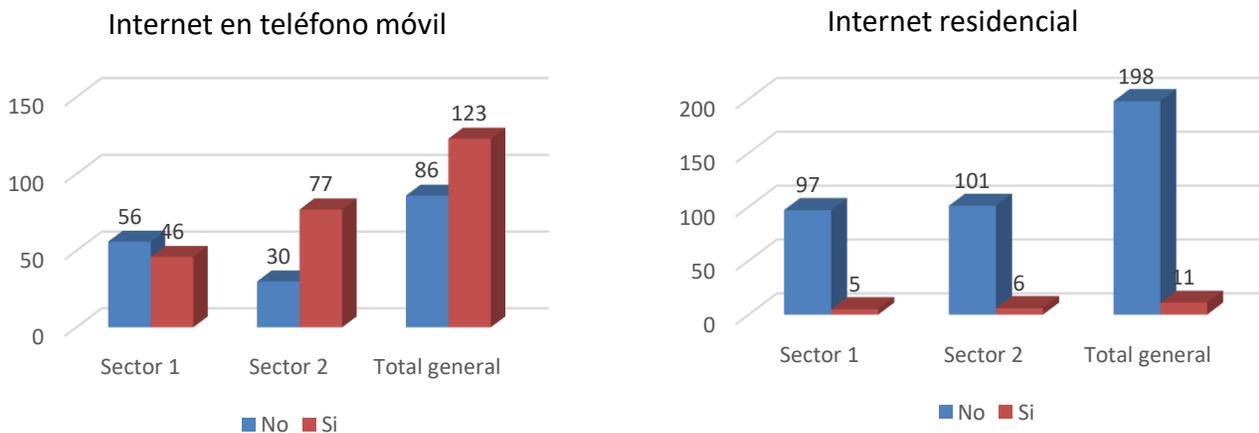


Figura 11-4: Internet móvil e internet residencial

Fuente: Equipo Consultor.

Se indagó también respecto al uso de aplicaciones tecnológicas. Así, por ejemplo, solo un 53% de los encuestados declaró utilizar whatsapp, porcentaje que se reduce hasta un 40% en el sector 1 y que

se eleva a un 66% en el sector 2. El uso del correo electrónico es aún menos extendido, con un 35% de los agricultores que declaró usarlo (solo un 17% en el sector 1). Todo ello queda expresado en la Figura 11-5.

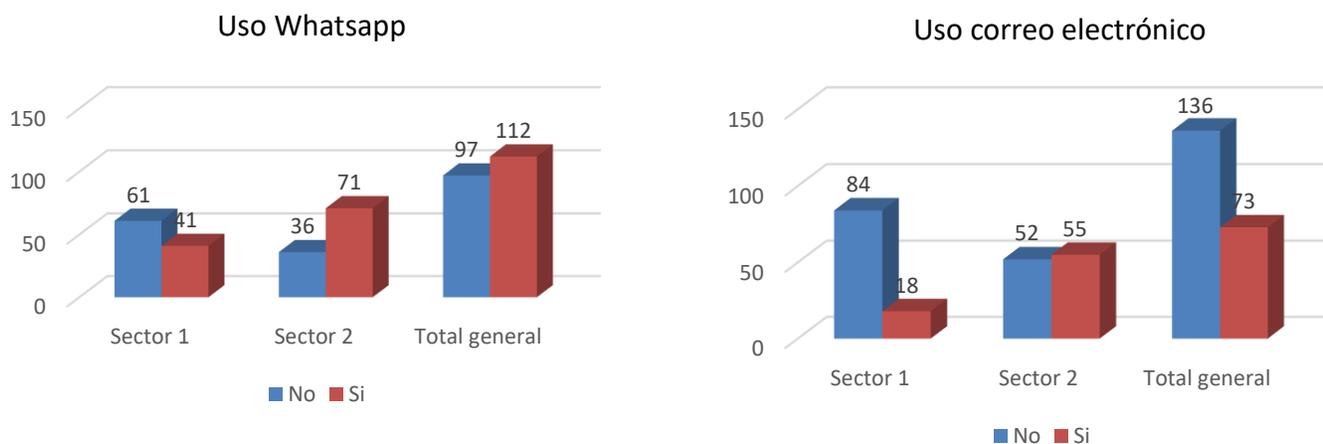


Figura 11-5: Uso Whatsapp y correo electrónico

Fuente: Equipo Consultor.

Finalmente, respecto al uso de aplicaciones del tipo zoom o Google meet, estas están poco extendidas. Así, solo un 35% señaló utilizarlas (25% en sector 1). Un porcentaje similar (37%) declaró haber participado anteriormente en reuniones virtuales (23% en sector 1 y 51% en sector 2). Estas cifras, expresadas en la Figura 11-6, demuestran que las posibilidades de realizar reuniones de carácter virtual con agricultores significarían prescindir de una buena cantidad de posibles asistentes, aun cuando, de ser necesarias por el futuro desarrollo de la pandemia, aparecen como una alternativa factible de evaluar.

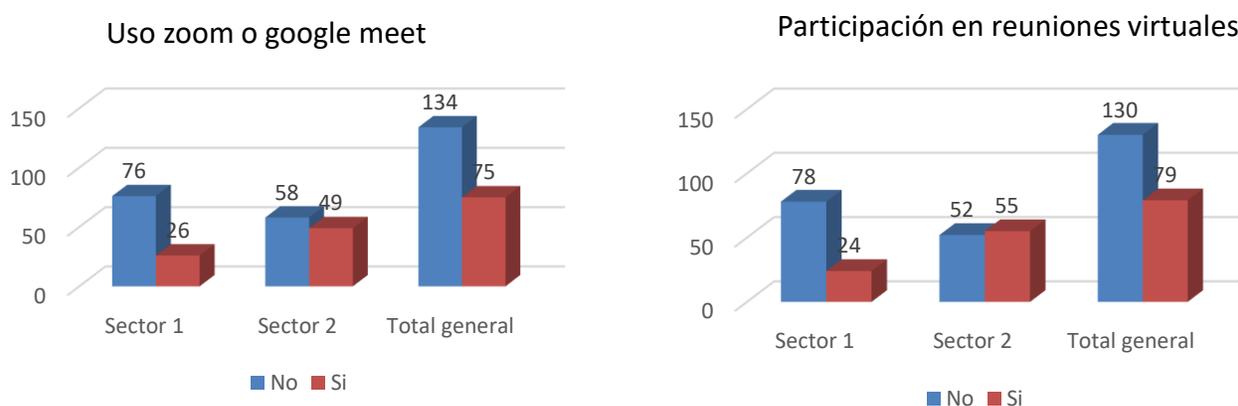


Figura 11-6: Uso zoom y participación anterior en reuniones virtuales

Fuente: Equipo Consultor.

11.3.3. Metodología de Encuentros Etapa 2

Respecto al diseño metodológico, este fue construido en base a lo establecido en los TR y a sucesivas reuniones de coordinación con la CNR nacional y regional. Al respecto, cabe señalar que los TR establecen los siguientes objetivos para los encuentros de la etapa 2:

- Dar a conocer el estudio, sus objetivos, metodología y resultados esperados diferenciando para la zona priorizada y no priorizada, indicando solo los correspondientes al área abordada en cada reunión
- Dejar espacio para responder dudas acerca de lo presentado
- Consignar adecuadamente las sugerencias, observaciones y comentarios realizadas
- Consignar la sabiduría local y expectativas que los actores puedan aportar al desarrollo del presente estudio en general
- Aclarar y trabajar adecuadamente las expectativas en función de los plazos de desarrollo de este tipo de proyectos, indicando fuentes de financiamiento potenciales

A la vez, en las reuniones de coordinación se acordaron una serie de aspectos, los que se enumeran a continuación:

- Como ya se señaló, las reuniones se efectuarían con posterioridad a las elecciones de abril de 2021. Sin embargo, posterior a estos acuerdos, la crisis sanitaria obligó a la postergación de las elecciones, e introdujo nuevas restricciones a los encuentros como parte de plan Paso a Paso.
- Se acordó efectuar actividades de manera presencial, siguiendo las directrices del Plan Paso a Paso (se adjunta versión actualizada del protocolo de ceremonias en el Anexo 11-15).
- Mientras se esperaban las condiciones socio-sanitarias para poder efectuar encuentros, se enviaría oficio informativo a municipio, el que se presenta en Anexo 11-16.
- Se acordó que las reuniones se realizarían en los siguientes sectores: Capilla de Ránquil, Rahuil y Ñipas.
- Se avisaría a la Universidad de Concepción la fecha de las reuniones, pues ella se encuentra trabajando con 25 dirigentes en el programa Sistema de Monitoreo Local (SIMOL), que tiene varios aspectos que podrían ser de interés para este estudio.
- Se realizará una actividad adicional con el equipo PRODESAL de la I. M. de Ránquil.

Así, se acordó efectuar unas reuniones que permitan la socialización del estudio (el dar cuenta de sus objetivos y alcances) y que, de ser posible, contribuyeran a la identificación de potenciales ideas de proyecto y a conocer los intereses y proyecciones de los potenciales beneficiados. Como se ha señalado anteriormente, el interés del estudio es que las propuestas a generar sean fundadas tanto en sus posibilidades técnicas como en las expectativas e intereses de los agricultores. Ello pues, es esto último lo que les otorgará mayor pertinencia territorial, validación social, mejorando con ello sus perspectivas de concreción futuras.

Otros estudios efectuados anteriormente por el consultor han mostrado el evidente aporte que significa involucrar tempranamente a los actores locales en una conversación en torno al estudio. Como se ha señalado, dicha conversación serviría servir para ir indagando en torno a las intenciones de los agricultores por involucrarse, efectivamente, en proyectos que significarían evidentes cambios en su cultura agrícola (paso del secano al riego), o para conocer su disposición futura en torno a la configuración de eventuales organizaciones para el riego, así como para seguir conociendo características socio territoriales relevantes para las posibilidades futuras del proyecto.

A su vez, la alternativa de realizar reuniones separadas permitió, por un lado, mantener cierto control sobre la cantidad de asistentes (respectando así los aforos del plan Paso a Paso) y, por el otro, mantener conversaciones separadas en la Zona 1 y la Zona 2. En esta última, también fue posible hablar sobre ideas de proyectos específicas para las distintas localidades. Todos los encuentros fueron estructurados en función del programa que se presenta a continuación.

Cuadro 11-8: Programa reuniones iniciales

Actividad	Duración
Inscripción de asistentes	10 minutos
Bienvenida	5 minutos
Presentación de Estudio	25 minutos
Ronda de Preguntas y Comentarios	30 minutos
Despedida	5 minutos

Fuente: Elaboración propia.

11.3.4. Reuniones Iniciales

Finalmente, el calendario de reuniones fue el siguiente:

- Reunión equipo PRODESAL, miércoles 26 de mayo, 11 horas, en Ñipas.
- Reunión Rahuil, miércoles 26 de mayo, 15 horas, en sede social.
- Reunión Zona 1, jueves 27 de mayo, 11 horas, en auditorio Ñipas.
- Reunión Zona 1, jueves 27 de mayo, 15 horas, en auditorio Ñipas.
- Reunión Capilla de Ránquil, viernes 28 de mayo, 11 horas, en sede social.

Para el desarrollo de los encuentros, se utilizaron 3 formatos de ppt. Uno para la Zona 1, otro para la Zona 2 y un tercero, utilizado en encuentro con equipos PRODESAL, que integraba ambas zonas. Todos ellos se encuentran en Anexos 11-17, 11-18 y 11-19. La estructura de todos los encuentros siguió lo ya señalado en el Cuadro 11-8.

La convocatoria se realizó utilizando el tarjetón que se presenta en Anexo 11-20 y se contó con la colaboración del equipo PRODESAL, para tener una base de datos de potenciales convocados a cada encuentro, considerando también las restricciones impuestas por los aforos máximos disponibles para cada caso. Dicha base de datos se presenta en el Anexo 11-21.

Un total de 74 personas asistieron a las 5 reuniones, siendo la de Rahuil la que contó con más presencia. Los listados de asistentes se exponen en los Anexos 11-22, 11-23, 11-24, 11-25 y 11-26. Por su parte, los Anexos 11-27, 11-28, 11-29, 11-30 y 11-31, contienen las declaraciones juradas de los asistentes, solicitadas como parte del protocolo CNR para sus actividades presenciales en pandemia. Cabe señalar que a la reunión del jueves 27 por la mañana asistieron representantes de la CNR regional y el Seremi de Agricultura de la región de Ñuble. Las evaluaciones de las actividades se encuentran en Anexos 11-32, 11-33, 11-34 y 11-35.

11.3.4.1. Reuniones Zona 1

Estos encuentros estuvieron centrados en dar cuenta de los avances efectuados por el estudio y de las posibilidades que se abren ante la posible utilización de los derechos de agua en poder de la municipalidad de Ránquil para brindar agua para riego. Como se ha señalado, para tener resguardos en términos de asistencia, se optó por realizar dos reuniones durante el día, y en la de mañana, se contó con la asistencia del representante de la CNR regional y del Seremi de Agricultura regional⁸.

La reunión de la mañana fue abierta por la representante del municipio y de la CNR, y cerrada por el Seremi. En la de la tarde, la apertura fue efectuada por la representante del municipio. En términos generales, de la conversación en ambos encuentros se desprenden los siguientes ejes centrales:

- El interés en conocer con claridad donde se encuentran actualmente los derechos de agua inscritos a nombre de municipio, cuántos litros quedan disponibles y cuáles son las posibilidades de mover su punto de captación.
- El conocer con cierto detalle la forma en que la obra podrá elevar las aguas desde el río Itata y como entregaría el recurso en cada predio. En este punto, cabe recordar que la

⁸ Existió, por ello, cobertura en los medios y en la página institucional de la comisión. Ver, por ejemplo:

<https://cooperativa.cl/noticias/pais/region-de-nuble/nuble-avanza-estudio-para-proyectos-de-riego-que-favorezcan-la-pequena/2021-06-02/180138.html>

<https://www.cnr.gob.cl/cnr-presenta-ante-actores-locales-de-Ránquil-principales-avances-de-estudio-para-el-desarrollo-del-riego/>

zona no tiene mayor desarrollo del riego colectivo, por lo que, en la medida que avance el proyecto, se harán necesarias capacitaciones a los potenciales usuarios.

- El conocer los plazos previstos para la eventual materialización de la obra. En este punto, el representante de la CNR regional ayudó a establecer expectativas realistas, considerando que se trata de un estudio en etapas iniciales.
- El conocer las características de las obras proyectadas, para imaginar su dimensión y sectores beneficiados. Sobre esto, se planteó que en las próximas reuniones se podrá conversar con mayor detalle al respecto, pero se dejó claro que las magnitudes de las obras de riego son muy superiores a las de agua potable.
- Preguntas relativas a los potenciales impactos medioambientales de una obra de esta magnitud.
- Existieron también intervenciones diversas que plantearon como distintos esteros de la comuna (como el Pirihuin), se han secado en años recientes, lo que ha imposibilitado mantener tareas antiguas de riego. En varios casos, se achacaba la culpa de aquello a la industria forestal.
- También existieron planteamientos que señalaron que los pozos existentes han visto disminuidos sus niveles de manera evidente, y que, además del agua para riego, ello ha perjudicado a muchas de las APR existentes en la zona.
- Buena parte de la discusión estuvo concentrada en la posibilidad de que la obra sea multipropósito, para que venga a apoyar a las APR que actualmente están con serios problemas de abastecimiento. En ambas reuniones, la conversación sirvió para conocer los múltiples problemas que enfrentan estos sistemas y lo complejo que actualmente es garantizar el agua potable a un importante número de población rural en la comuna. Es por ello que, entre los dirigentes de APR que asistieron, y que participan activamente del SIMOL, el principal interés en poder aprovechar los derechos de agua en poder de la municipalidad, es el poder utilizarlos en un proyecto que beneficie a las APR. Sin embargo, señalaron conocer el enfoque del estudio realizado por la CNR, pero plantearon que el que el proyecto considere la posibilidad de abastecer a las APR existentes en la zona que finalmente sea beneficiada, es un elemento muy importante para ellos y para la comunidad en general, situación que fue compartida por la representante del municipio.

Los encuentros y las conversaciones adicionales con dirigentes y representantes del municipio hacen evidente que el multipropósito es un elemento muy importante para la legitimación social del proyecto, pues es quizás la demanda más sentida de una amplia población del sector rural. Cabe señalar, a la vez, que existen varias dirigentes de APR (en su mayoría, mujeres), que han ido acumulando experiencia organizacional y en gestión de agua, que conocen la institucionalidad hídrica y que, por tanto, de manera estratégica, serían actores muy relevantes a la hora de conformar una potencial organización para la gestión de la obra. Ambos factores (la necesidad social y la incorporación estratégica de dirigentes

que puedan liderar una eventual futura organización de agua) son elementos relevantes desde el punto de vista territorial para el futuro del proyecto.

La Fotografía 11-6 contiene algunas imágenes de los encuentros.



Fotografía 11-6: Encuentros Zona 1

Fuente: Equipo consultor.

11.3.4.2. Reuniones Zona 2

Como se señaló, las reuniones en la Zona 2 se efectuaron en Rahuil y en Capilla de Ránquil. Al igual que en los encuentros en la Zona 1, se buscó aquí socializar el estudio y los avances hasta entonces efectuados. Tal y como fue acordado con la CNR, si bien se señaló el trabajo que se estaba efectuando en la zona en que podrían utilizarse las aguas en manos del municipio, al hablar de ideas iniciales de proyecto, se optó por entregar información preliminar de las ideas que estaban siendo evaluadas en las respectivas zonas.

En el encuentro de Rahuil se contó con la presencia de la representante del municipio, mientras que en Capilla de Ránquil, solo asistieron profesionales de la consultora. Los principales aspectos abordados son los que se resumen a continuación:

- En Rahuil, existió cierta confusión inicial en cuanto a la convocatoria, pues se “corrió la voz” y varios asistentes pensaron que se trataría un proyecto de pozos profundos que está siendo impulsado actualmente en el sector. En cualquier caso, esta situación sirve para dar cuenta del profundo interés generado por proyectos hídricos. Como se planteó en el encuentro, existen múltiples dificultades para acceder de manera segura al agua

de riego y para el consumo humano. En muchos casos, el riego se ve muy limitado y se ha privilegiado el uso de invernaderos.

- En Rahuil se planteó que no existe mayor experiencia para el riego colectivo, aunque varios agricultores si poseen pozos y efectúan riego en sus cultivos, por ejemplo, de frutilla.
- Se planteó que existen una serie de microclimas en el sector, que dificultan o favorecen la utilización de determinados cultivos específicos. Por ello, el desarrollo agrícola de Rahuil es muy variable.
- En Rahuil, existieron algunos reparos en torno a la factibilidad de un sistema de riego, tomando en cuenta la topografía que existe en el lugar. En cualquier caso, existía interés en explorar la iniciativa.
- Otras preguntas en Rahuil fueron relativas a la forma de almacenamiento del agua, considerando que hay sistemas de riego (como las frutillas), que no pueden valerse por los turnos que tendría el riego colectivo.
- En Rahuil, existió también una intervención que consultó respecto a potenciales consecuencias ambientales del proyecto, considerando la existencia de vegas y pastizales en los alrededores del estero que son usados por los animales.
- En Capilla de Ránquil, la mayor inquietud fue los estándares de seguridad del muro en caso de una crecida o deslizamiento desde aguas arriba.
- Otros aspectos que se destacó en la reunión en Capilla de Ránquil fueron la cercanía de un posible muro al pueblo y el plazo para tramitación y construcción.

La Fotografía 11-7 contiene algunas imágenes de los encuentros.



Fotografía 11-7: Encuentros Zona 2

Fuente: Equipo consultor.

11.3.4.3. Reunión Equipo PRODESAL

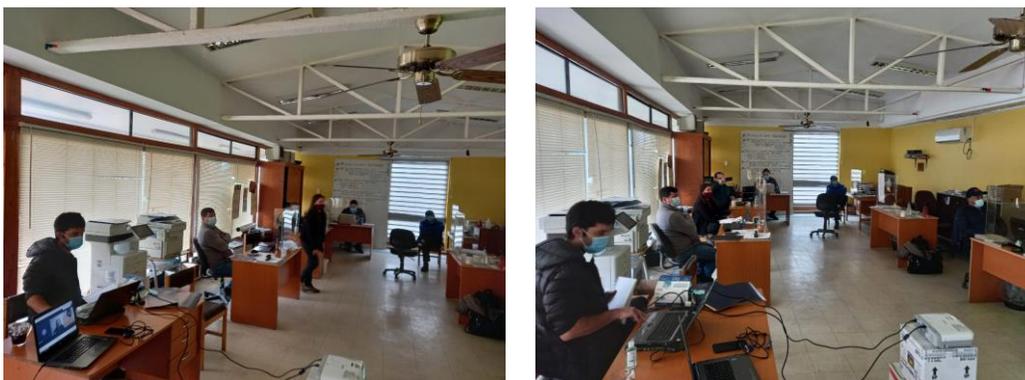
La reunión con el equipo PRODESAL de la comuna también contempló la presentación por parte de jefe de estudio, la que fue seguida por un conversatorio respecto a los alcances del mismo y a entregar luces respecto a la situación de la agricultura en el territorio y a las posibilidades y dificultades que podrían existir en la medida que se avance con el desarrollo del proyecto.

En términos generales, puede señalarse que existe interés respecto a las posibilidades que podría abrir un proyecto como el pensado para la comuna, considerando que una de las grandes limitaciones para el desarrollo agrícola es la falta de agua segura para el riego. Señalaron, a la vez, lo relevante que es el incorporar a las APR a la red, dadas las enormes dificultades de abastecimiento que muchas de ellas presentan. En términos de riego, plantearon que a lo largo de los últimos años se han efectuado varios proyectos para la construcción de pozos profundos, de unos 20 o 30 metros, y que es notoria la disminución que se ha ido produciendo en el nivel de las napas. Varios de los pozos existentes no se encuentran inscritos, aunque varios otros fueron inscritos como parte de un proyecto del municipio. Dada la situación de los acuíferos, existió consenso en plantear que las soluciones futuras de riego no deberían estar fundadas en las aguas subterráneas.

Se comentó que existen problemáticas comunes al agro, como son la pérdida progresiva de sectores agrícolas (en este caso, habiendo avanzado los terrenos forestales), el envejecimiento de la población y, las diversas dificultades asociadas al cambio climático. Entre los pequeños agricultores, muchos de avanzada edad, existe poca experiencia en temáticas de asociatividad, aun cuando existen algunos sectores de la comuna con una agricultura pujante. El año 2006 existió un proyecto en el que se construyeron más de 40 pozos para regar huertos, pero al día de hoy, solo existen unos 10 activos. Dicho fracaso fue explicado tanto por el diseño del proyecto (en la selección de agricultores, falta de acompañamiento, entre otros), como por las dificultades de los agricultores en incorporar cambios. En ese sentido, plantearon los enormes desafíos existentes para hacer de un proyecto como el impulsado por la CNR uno que sea exitoso en transformar las practicas productivas y construir una cultura de riego muy diferente a la actual.

Se conversó también respecto a las diversas donaciones que han existido sobre los 100 L/s que originalmente estaban en poder del municipio, la última de las cuales fue para el APR Cementerio, de 4 L/s. La municipalidad definió no efectuar más donaciones individuales, en el entendido que se requiere un aprovechamiento colectivo del agua. También se conversó respecto al cambio en el punto de captación actualmente existente para los derechos y los futuros trámites legales necesarios para dar viabilidad al proyecto.

Debido a que las elecciones municipales implicaron un cambio en la administración municipal, se señaló la necesidad de presentar proyecto a nuevas autoridades (lo que fue efectuado con posteriori y, a la vez, se mencionó que Alejandro Valenzuela, secretario municipal, es un actor clave, debido a que ha dado seguimiento a la donación de CELCO desde un inicio. La Fotografía 11-8 contiene algunas imágenes del encuentro.



Fotografía 11-8: Encuentro PRODESAL

Fuente: Equipo consultor.

11.3.4.4. Participación en Reunión SIMOL

El 28 de mayo un representante del equipo consultor también asistió a un encuentro organizado por SIMOL, en el que participaron representantes de organizaciones como DGA, DOH, el gobernador provincial, así como dirigentes de distintas APR de la comuna. La participación sirvió para socializar el estudio, conocer las conversaciones existentes en materia hídrica y establecer lazos de contacto, como el efectuado con Susana Navarrete, quien asistió en representación del, en ese entonces, alcalde electo.

Las dirigentes de APR dieron cuenta de las muchas dificultades que tienen para funcionar y de lo lento de las respuestas desde la institucionalidad, dialogando con representantes de la DGA y DOH en torno a proyectos de mejoramiento pendientes, que permitirían aliviar en parte, la actual situación de sus comités.

Muchos comités no son rentables, pues son muy pequeños y se mantienen con mucha dificultad. Otro, están “colgados” y dependen de camiones aljibes para funcionar. La calidad del agua subterránea también es un factor que complejiza su funcionamiento. Se habló también de posibles conexiones entre sistemas, y del gran aporte que podría significar el proyecto de la CNR, en caso que se considerara al agua potable como parte de su distribución, lo que señalaron que era una necesidad muy sentida por pobladores, dirigentes y agricultores de la zona⁹.



Fotografía 11-9: Encuentro SIMOL

Fuente: www.sistemamonitoreolocal.cl

⁹ Una nota sobre encuentro se encuentra en siguiente enlace:

<http://sistemademonitoreolocal.cl/2021/05/31/simol-presenta-informe-sobre-acceso-de-los-comites-de-agua-de-Ránquil/>

11.3.4.5. Reunión con SIMOL

Durante la realización de los encuentros participativos correspondientes a la etapa 2, un representante del equipo consultor asistió a un encuentro organizado por SIMOL, con dirigentes APR y diversas autoridades vinculadas a la materia hídrica (de la DGA o la DOH) y a la que también asistió el propio gobernador de la provincia. Dicho encuentro, informado en el respectivo informe de etapa, sirvió para afianzar los lazos con representantes de SIMOL y para organizar una reunión de trabajo entre Arrau Ingeniería y SIMOL, en la que se compartieron experiencias y se evaluaron posibles colaboraciones.

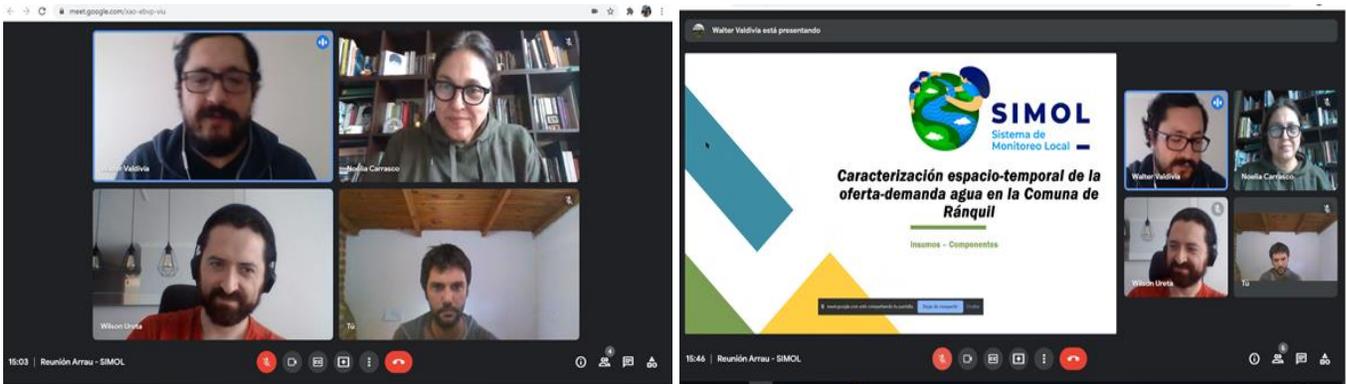
Dicho encuentro, efectuado virtualmente el miércoles 2 de junio del 2021, contó con la participación de Noelia Carrasco y Walter Valdivia por parte del SIMOL y de Raúl Espinosa y Wilson Ureta en representación de Arrau Ingeniería. Cada proyecto efectuó una presentación de sus avances y estado actual, las que fueron permanentemente comentadas por los asistentes. Algunas de las ideas fuerza que emergieron se resumen a continuación.

- El proyecto SIMOL ha estado realizando un estudio de caracterización de la demanda de agua, para describir donde están los consumos y los que llama “mapas de calor”, que establecen esa información.
- Señalan que han participado desde los orígenes de la idea de poder aprovechar las aguas inscritas por el municipio y que, desde un comienzo, ha existido la idea de que la obra puede tener un doble propósito, apoyando a las APR, muchas de las que presentan serios problemas para poder funcionar.
- Una idea que el proyecto SIMOL ha enfatizado de manera permanente es el de la conciencia de que se está en una crisis hídrica, lo que requiere cambios que, no necesariamente son “inventar” más agua o profundizar los pozos, sino que requiere nuevos acuerdos. Esa es una conversación que ya se ha iniciado en Ránquil y que obliga a diversas instituciones a avanzar. La comuna es especial pues, gracias al proceso del AVGC, se ha establecido un diálogo social e institucional relevante.
- El doble propósito del proyecto es muy importante. Los comités de agua están constituidos por habitantes rurales, en su gran mayoría (solo unos pocos son habitantes de fin de semana, no permanentes). Pero los principales usuarios de los APR son pequeños agricultores.
- La crisis hídrica requiere nuevos acuerdos y propuestas innovadoras, donde se recupere el sentido de lo comunitario. El agua está muy asociada a redes de arraigo al territorio, al conocimiento del mismo por parte de los actores locales.
- Desde los 90’, ha habido un importante retroceso de las superficies agrícolas, las que han cedido espacio al avance de las forestales.
- El proyecto ha identificado algunos lugares patrimoniales

- Existe una cierta desconfianza entre la comunidad por los proyectos de gran envergadura. En este caso, al tratarse de un proyecto para pequeños agricultores, no debiera existir esa desconfianza.
- Con la unión comunal se estableció un plan de trabajo para realizar talleres de formación. Dada la contingencia, no se han podido ejecutar demasiado, pero se podría evaluar el instalar temas en esos talleres (por ejemplo, de asociatividad para el riego). Sería una alianza interesante.

Se puede buscar información en la página www.sistemademonitoreolocal.cl

La siguiente fotografía contiene imágenes del encuentro.



Fotografía 11-10: Reunión SIMOL

Fuente: Elaboración propia.

11.3.5. Elementos Emergentes

Las diversas reuniones sostenidas en las primeras etapas hicieron evidente que la temática que más fuertemente apareció tuvo que ver con el interés

Como se ha señalado, los encuentros participativos buscan ser espacios que otorguen legitimidad a las obras propuestas y que, de ser necesario y posible, entreguen luces respecto a posibles adaptaciones en función de los requerimientos de los potenciales beneficiarios. En ese sentido, las diversas reuniones sostenidas en las primeras etapas hicieron evidente que la temática que más fuertemente apareció tuvo que ver con el interés en que los proyectos permitan incorporar a algunas APR entre los potenciales beneficiarios, solicitud que posteriormente buscó ser incorporada en la configuración técnica de los perfiles. Para ello, por ejemplo, se realizó un catastro, en base a la información de SIMOL, de los potenciales beneficiarios APR cercanos a la zona 1, presentándose la ubicación de los mismos en la Figura 11-7.



Figura 11-7: Ubicación APR Comuna de Ránquil

Fuente: Elaboración propia.

El mismo documento de SIMOL, llamado “Situación del acceso al agua en comités locales de la comuna de Ránquil, febrero 2021”, identificó la demanda presente y futura de una serie de comités de agua, en base a información proporcionada por los dirigentes de los organismos. Dicho catastro se presenta en el Cuadro 11-9.

Cuadro 11-9: Relación demanda y disponibilidad de agua en localidades rurales de Ránquil¹⁰

APR/AR	Arranques Actuales	Habitantes Actuales	Habitantes Futuros	Qmdd actual (L/s)	Qmdd Futuro (L/s)	Qmxd actual (L/s)	Qmxd Futuro (L/s)	Qe actual (L/s)	Qe Futuro (L/s)	Qemx actual (L/s)	Qemx Futuro (L/s)
Alto Centro	55	165	180	0.38	0.42	0.57	0.63	0.76	0.83	1.15	1.25
Centro Cementerio	304	912	1062	2.11	2.46	3.17	3.69	4.22	4.92	6.33	7.38
Vegas de Concha	160	480	660	1.11	1.53	1.67	2.29	2.22	3.06	3.33	4.58
El Barco	50	150	150	0.35	0.35	0.52	0.52	0.69	0.69	1.04	1.04
Batuco	70	210	210	0.49	0.49	0.73	0.73	0.97	0.97	1.46	1.46
Cancha Los Botones	54	162	180	0.38	0.42	0.56	0.63	0.75	0.83	1.13	1.25
Nueva Aldea	140	420	510	0.97	1.18	1.46	1.77	1.94	2.36	2.92	3.54
San Ignacio Palomares	202	606	606	1.40	1.40	2.10	2.10	2.81	2.81	4.21	4.21

Fuente: Informe "Situación del acceso al agua en comités locales de la comuna de Ránquil, febrero 2021", proyecto SIMOL.

11.4. Etapas 3 y 4

11.4.1. Introducción

Las etapas 3 y 4 estaban destinadas a desarrollar una nueva serie de reuniones de seguimiento, tanto en la zona priorizada como en la no priorizada. Dada la contingencia sanitaria, la electoral y la decisión de que los perfiles de proyecto debían tener el visto bueno por parte de la CNR antes de ser presentados a autoridades y regantes, las reuniones de seguimiento adoptaron un perfil distinto al originalmente pensado (presentar perfiles) y se optó por establecer un nuevo eje en la discusión: el componente legal asociado al proyecto.

Y es que, debido a las implicancias legales de los proyectos, vinculadas a la necesidad de cambiar el punto de captación y a evaluar el mejor formato para un eventual futuro traspaso de los derechos de agua actualmente en poder del municipio a los agricultores, se decidió iniciar en estas etapas una ronda de conversaciones con distintos agentes relevantes (municipio y DGA regional), para dialogar en torno a estos dos ejes, postergando la ronda de reuniones de seguimiento a los potenciales beneficiarios. Asimismo, como también se señaló, las elecciones locales definieron un cambio en la administración municipal, por lo que se decidió destinar una de las reuniones de seguimiento a presentar el proyecto a la nueva autoridad.

¹⁰ Donde Qmdd es Caudal medio diario, Qmxd es caudal máximo, Qe es Caudal de elevación y Qemx es Caudal de elevación máximo.

11.4.2. Reuniones de Seguimiento

11.4.2.1. Reunión DGA Regional

El 6 de septiembre se llevó a cabo la reunión de trabajo con la DGA regional, a la que asistieron su director y los profesionales que aparecen en listado expuesto en Anexo 11-36. Se trató de una reunión eminentemente técnica, en la que se revisaron distintos aspectos legales vinculados a la situación de los DAA en poder del municipio y que se quieren utilizar en las obras de la zona 1. Dos eran las temáticas sobre las que interesaba conversar; en primer lugar, sobre la necesidad de perfeccionar el derecho para dar viabilidad legal a los proyectos y, en segundo, respecto a las figuras posibles para la futura donación del derecho por parte del municipio.

Así, la presentación, realizada por el coordinador y el abogado del estudio en base al ppt expuesto en Anexo 11-37, tuvo un claro enfoque en temática de DAA. En ella se plantearon algunos de los siguientes elementos:

- El caudal de 100 L/s fue donado de manera irrevocable, por celulosa Arauco.
- Fue Inscrito en año 2008, aunque la donación es de 2005.
- Es un derecho otorgado a municipalidad, por resolución de DGA. El título en cuestión tiene todos los requisitos del CPA, los temas esenciales del derecho de aprovechamiento.
- En el título de inscripción, donde constan derechos de aprovechamiento se observó:
 - Escritura pública no señala el punto donde se captan los derechos. Solo señala que equivale a la totalidad de derechos.
 - El problema es respecto a características del derecho: En la donación se señala que es un derecho permanente y continuo. Sin embargo, cuando se hace la inscripción, se omite esa característica esencial, al parecer por un error en el Conservador de Coelemu. Así, al día de hoy, el título inscrito, no tiene características esenciales del derecho, lo que implica que el título es imperfecto para todos los efectos legales. Ello es corroborado pues el título de la municipalidad no está inscrito en el CPA.
 - Ante esto, lo que cabría hacer, sería regularizar el título de acuerdo a título sumario. Pero también podría haber una solución anterior, planteando el problema surgido, y practicando sub inscripción al margen, para subsanar la situación del título.
 - Esta situación es relevante, pues los proyectos requieren un cambio de punto de captación. Por ello, se tiene que solicitar el traslado de punto de ejercicio del derecho y, para que esa solicitud pueda tramitarse, se requiere el certificado del archivero para que señale que derechos se encuentran inscritos.

- Así, la construcción de las obras no podría realizarse sin que se haya subsanado la situación legal.
- En resumen, se carece de inscripción administrativa y por tanto no pueden tramitarse los derechos de acuerdo a lo exigido por DGA.

Así, se señaló que la resolución de empresa está correcta, pero el problema aparece cuando se inscribe en CBR, pues en la inscripción de registro de propiedad de agua, se omite ese requisito. Por tanto, se acuerda que el derecho se debe perfeccionar, pero no en el sentido de que el título carece de instrumentos esenciales y que bastaría con la sub inscripción señalada. Este acuerdo resulta relevante, pues deberá ser posteriormente comunicado al municipio, para que tenga claridad de los pasos a seguir.

Sobre el tema de la futura donación, se planteó que existían distintas alternativas que debían ser evaluadas. La propuesta del abogado de la consultoría era realizar una donación irrevocable, pues se trata de la opción más simple. La compraventa, en cambio, es más complicada y debe tener autorización del concejo, del ministerio de hacienda, entre otros. En la DGA señalaron que el municipio había señalado que no quería desprenderse de manera completa de los derechos, pues quería asegurarse que el agua se estaba usando para el fin acordado. Sin embargo, para poder conformar una OUA, se tenía que tener la disposición del derecho, por lo que, ante una figura distinta a la de la transferencia, no podría constituirse una OUA. Así, una organización que emergiera desde esta otra figura sería una que quedaría al margen de la fiscalización de la DGA, de la posibilidad de postular a fondos del Estado, etc. Por eso, el abogado de la consultora reiteró que la mejor alternativa era una compraventa o una donación irrevocable pues, como señaló el representante de la DGA, mientras la organización no sea titular, no va a poder constituirse como OUA.

Se acordó que esa sería la información a transmitir a la municipalidad en un futuro encuentro técnico. Así, si bien es entendible el interés del municipio de mantener un cierto control sobre el derecho donado (y que este no sea posteriormente usado para otra cosa), al parecer, dicha opción impediría la conformación de una OUA y limitaría alternativas de financiamientos y futuros subsidios estatales.

El cierre del encuentro estuvo a cargo del coordinador del estudio, y la Figura 11-8, algunas fotografías del mismo.

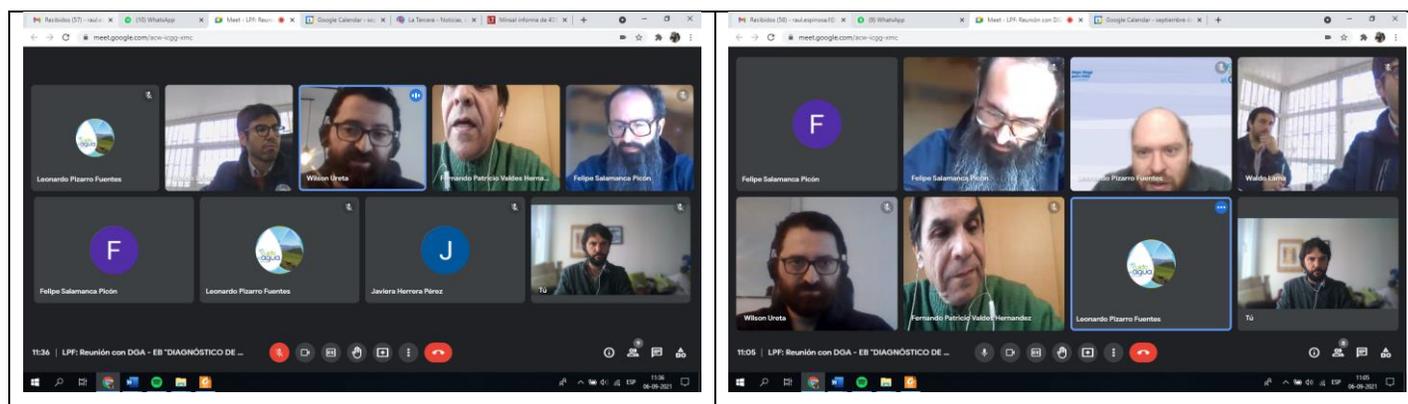


Figura 11-8: Fotografías reunión con DGA

Fuente: Elaboración propia.

11.4.2.2. Reunión Municipalidad de Ránquil

Como se señaló, se realizó una reunión con el nuevo alcalde de la comuna, para dar cuenta del estudio y establecer lazos de trabajo futuro. En ella, se expusieron los principales contenidos del mismo y los avances hasta ahora efectuados, utilizando para ello el ppt que se adjunta en el Anexo 11-38.

El encuentro se llevó a cabo el 13 de septiembre, vía zoom. Además del alcalde, se hicieron presentes algunos funcionarios del municipio, el Seremi de agricultura, el encargado regional de la CNR y las demás personas que aparecen en Anexo 11-39. Las palabras iniciales estuvieron a cargo de Javier Ávila, mientras que la presentación técnica fue efectuada por el jefe de proyecto.

En relación a las intervenciones efectuadas, el alcalde planteó que la nueva administración recién está armando el equipo de trabajo, y que, actualmente, Carlos Valenzuela, es la única persona en Fomento Productivo y Desarrollo Rural. El encargado regional de la CNR planteó que es muy necesario reforzar la idea de que este es un estudio preliminar, para cuidar las expectativas que pudieran levantarse entre los agricultores. Señaló que la idea es poder transmitir que es un estudio necesario, pues permitirá hablar sobre bases concretas respecto a eventuales proyectos, pero que se trata tan solo del inicio de un proceso que tendrá un largo recorrido. En ese sentido, agregó que se debe comunicar información concreta, pero en términos que sean asimilables por los potenciales beneficiarios, cuidándose de generar la idea de que el proyecto se construirá rápidamente, para no generar falsas expectativas. Además, señaló que se entregará al municipio las distintas alternativas existentes para que se vaya avanzando, y que se realizarán nuevas reuniones de avance.

El alcalde señaló que este proyecto está en sintonía con una de sus principales líneas de trabajo, que es el agua. Solo el 60% de la comuna cuenta con agua potable, por lo que cualquier estudio vinculado a ello resulta muy importante para el desarrollo de la comuna. En ese sentido, planteó que existe total disposición de la administración para realizar un trabajo en conjunto y ser parte de nuevas reuniones. Se estableció que Carlos Valenzuela sería el nexa para los futuros encuentros a realizar.

El cierre del encuentro estuvo a cargo del Seremi de Agricultura. En la Figura 11-9 se presentan algunas fotografías del encuentro.

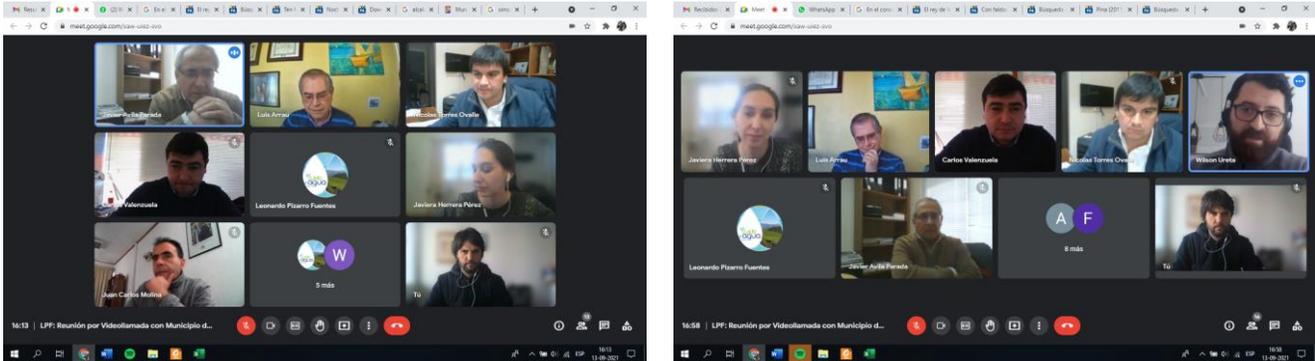


Figura 11-9: Fotografías reunión con Municipio

Fuente: Elaboración propia.

11.4.2.3. Segunda Reunión Municipalidad de Ránquil

Como se ha señalado, se coordinó una segunda reunión de seguimiento con la municipalidad de Ránquil, la que estuvo enfocada en conversar respecto a los dos temas legales que deberán ser abordados por el municipio en el caso que el proyecto pueda avanzar. El encuentro se realizó el 2 de diciembre de 2021, de manera virtual y asistieron, desde el gobierno local, representantes del equipo PRODESAL, el secretario municipal y la administradora municipal. El listado de asistentes se presenta en el Anexo 11-40, mientras que el ppt utilizado para la presentación, en el Anexo 11-41. Por su parte, la Figura 11-10 contiene algunas fotografías del encuentro.

Se trató de una reunión informativa, en la que el abogado de la consultora reforzó los asuntos relativos al necesario perfeccionamiento de los derechos en poder del municipio y de las distintas perspectivas existentes en relación al eventual futuro traspaso de los derechos desde el municipio hacia los beneficiarios.

Los asistentes plantearon que se trata de un proyecto relevante para la comuna y que, actualmente, el municipio está obligado a pagar por no uso de los derechos, por lo que les interesa poder avanzar prontamente. La explicación de la fórmula para efectuar el perfeccionamiento (que posibilite posteriormente el cambio en punto de captación) no tuvo mayores comentarios por parte de los asistentes.

En relación al futuro traspaso, el secretario municipal planteó que se trata de un proyecto de larga data, que ha pasado por distintas administraciones municipales y que, la idea inicial, era que el municipio donara los derechos de agua con la condición de que el beneficiario no pudiera vender posteriormente.

Frente a tal interés, el abogado planteó que ese tema fue analizado, existiendo un tipo de contrato de compraventa con cláusula de no enajenación, según el cual es posible vender un derecho, pero con la obligación de no transferir. Lo que existiría ahí es un incumplimiento de contrato, en caso que exista transferencia posterior. Igualmente, esa figura no impide una transferencia, tan solo entrega la posibilidad de que se demande al vendedor, pero sin posibilidad de anular un posterior traspaso, por lo que el tercero adquirente igual se quedaría con el derecho.

El abogado explicó las distintas figuras existentes para efectuar el traspaso (compra venta o donación irrevocable), exponiendo el por qué, a su juicio, la segunda figura es una mucho más factible para el caso en cuestión. El encargado regional de la CNR consultó si existe la posibilidad de que se forme una asociación de agricultores a la que se le realice la donación y que luego ésta se pueda constituir en una OUA (para que pueda estar regida por el Código de Aguas), lo que podría dar la posibilidad, por ejemplo, de fijar cuórums muy altos para permitir ventas de derechos. Frente a ello, el abogado planteó que, si es posible hacer transferencias colectivas, pero esa organización, como personalidad jurídica, tendría que constituirse como una sociedad distinta, ajena al código de agua, por lo que no sería reconocida por este y quedaría al margen de la fiscalización de la DGA y de la posibilidad de acceder a fondos desde el Estado. Frente a ello, el encargado PAC consultó si esa asociación podría unirse a un APR y formar juntos una OUA, para evitar el quedar al margen, alternativa que el abogado señaló que sería factible y que habría que analizar.

Para finalizar, la administradora municipal señaló que se entregó mucha información, y solicitó que pudiera enviársele el estudio legal, para poder analizarlo con equipo municipal. También solicitó realizar una nueva reunión durante enero, lo que quedó de gestionarse a futuro.

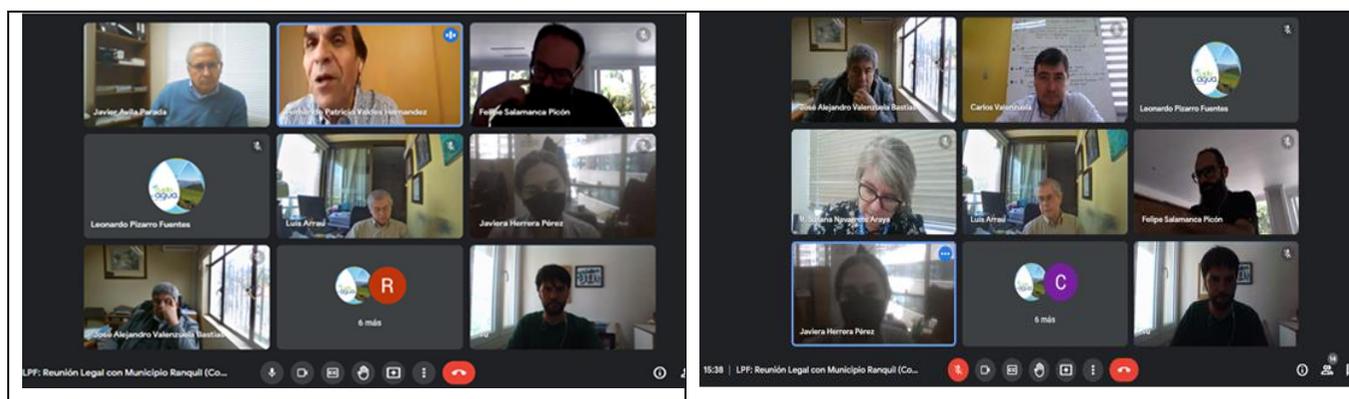


Figura 11-10: Fotografías Segunda Reunión con Municipalidad

Fuente: Elaboración propia.

11.5. Etapa 5

11.5.1. Introducción

La última de las etapas comprendió la realización de actividades de participación ciudadana con la comunidad, reunión con equipo PRODESAL, reunión con Consejo Municipal y de la reunión técnica de cierre con servicios públicos.

Dada la celebración de elecciones presidenciales en el mes diciembre de 2021, las fiestas de fin de año y el periodo estival, se procedió a sondear posibles fechas de reunión con el profesional de Programa de Desarrollo Local PRODESAL Sr. Carlos Valenzuela, quién informó que la semana idónea para la realización de las reuniones de cierre sería, la última semana de febrero de 2022, ya que las primeras semanas de marzo de 2022 las y los agricultores estarían abocados a las actividades de vendimia.

Con la información brindada por PRODESAL se realizaron las primeras gestiones de solicitud de espacios con el Municipio de Ránquil, presentadas en el Anexo 11-42, confirmándose como fechas de reunión los días 01 y 02 de marzo de 2022. Así mismo, se elaboró documento Minuta de información de actividad previa a su realización, para ser presentada al Coordinador Regional CNR, se adjunta en el Anexo 11-43.

Sin embargo, debido a las restricciones sanitarias que implicó el retroceso de la Comuna de Ránquil a fase 2¹¹ (Transición) con fecha 16 de febrero de 2022, se postergaron las reuniones de cierre en las zonas 1 y 2, las que pudieron ser retomadas desde el 12 de marzo de 2022, día en que la comuna avanzó a fase 3 (Preparación).

Ya sin la restricción de reunión, se corroboró con PRODESAL fechas para las reuniones de participación ciudadana con la comunidad, definiéndose los días 12 y 13 de abril de 2022, por lo que se elaboró documento Minuta de información de actividad previa a su realización, para ser presentada al Coordinador Regional CNR, se adjunta en el Anexo 11-44. Las actividades entonces, fueron estructuradas de acuerdo a lo presentado en el siguiente esquema:

¹¹ Diario El Mostrador, consultado el 11 de marzo 2022 en el siguiente enlace: <https://www.elmostrador.cl/dia/2022/01/27/plan-paso-a-paso-64-comunas-retroceden-de-fase-y-solo-cuatro-avanzan/>



Figura 11-11: Esquema Actividades PAC Etapa 5

Fuente: Elaboración propia.

En los acápite siguientes, se dará cuenta tanto de las reuniones con Instituciones Locales cómo con la comunidad.

11.5.2. Metodología Reuniones de Cierre

Sobre la metodología, para las reuniones de cierre, se definieron dos modalidades de reunión, una virtual y otra presencial. La justificación corresponde a que, con Municipio e Instituciones existe más disponibilidad horaria para reunión virtual, además de la cercanía y manejo de plataformas virtuales. En el caso de la comunidad, como se dio cuenta en la encuesta de conectividad aplicada en la etapa 2 del estudio, resulta más factible la realización de actividades presenciales.

En base a lo establecido en los TR, las actividades de cierre tienen por objetivo presentar los resultados del estudio. Por lo que, en instancias de coordinación se hizo revisión de contenidos que permitieran adecuar la presentación a los públicos que participarían de las reuniones.

Las actividades fueron planificadas entonces, para desarrollarse en las fechas y horarios presentados en el Cuadro 11-10.

Cuadro 11-10: Actividades Participación Ciudadana Etapa 5

Actividad	Fecha y Hora	Modalidad
Reunión Prodesal	01 de marzo de 2022, 11:00 horas	Virtual
Reunión Consejo Municipal	05 abril de 2022, 14:30 horas	Virtual
Reunión Potenciales Beneficiarios Capilla Ránquil	12 abril 2022, 10:30 horas	Presencial, Centro Cultural Ñipas
Potenciales Beneficiarios Ñipas	12 de abril de 2022, 18:00 horas	Presencial Centro Cultural Ñipas
Potenciales Beneficiarios Rahuil	13 abril de 2022, 10:30 horas	Presencial Junta Vecinos Rahuil

Fuente: Elaboración propia.

11.5.3. Convocatoria

La convocatoria de actividades virtuales con Municipio e Instituciones, fue realizada mediante correo electrónico. En el Anexo 11-45 se presenta el email de convocatoria a PRODESAL y en el Anexo 11-46 el email de convocatoria al Municipio.

En el caso de las actividades con la comunidad, potenciales beneficiarios del proyecto y principalmente usuarios PRODESAL, fue desarrollada vía telefónica (voz y aplicación WhatsApp), por email y de manera presencial, entregando tarjetón de invitación en domicilio. En el Anexo 11-47 se presenta el registro de contactos telefónicos, en el Anexo 11-48 los registros de contactos por email y en el Anexo 11-49 la lista de recepción de invitación en domicilio.

Finalmente, en la se puede apreciar el registro de entrega de tarjetones de manera presencial.



Fotografía 11-11: Entrega de Invitaciones Presencial Reunión Cierre Comunidad

Fuente: Registro del consultor

11.5.4. Desarrollo Actividades

11.5.4.1. Reunión PRODESAL Municipalidad de Ránquil

En una primera instancia la reunión con PRODESAL fue agendada de manera presencial el 01 de marzo a las 11:00 horas, sin embargo, por las restricciones sanitarias descritas en el acápite anterior, se acordó actividad en modalidad no presencial mediante el uso de la plataforma Meet.

La reunión se estructuró en tres momentos; una primera instancia de apertura y presentación, un segundo espacio principalmente expositivo, donde se presentan los resultados del estudio y una última plenaria para responder inquietudes. En el Cuadro 11-11, se presenta el programa de la actividad.

Cuadro 11-11: Programa Reunión Equipo PRODESAL Municipalidad Ránquil

Actividad	Duración
Bienvenida y apertura reunión	5 minutos
Presentación Resultados	50 minutos
Ronda de Preguntas y Comentarios	15 minutos
Cierre	5 minutos

Fuente: Elaboración Propia.

La reunión tuvo una duración de una hora y quince minutos, realizando una ronda de preguntas finales, en el Anexo 11-50 se encuentra la minuta de reunión y en el Anexo 11-51 la presentación utilizada.

A continuación, se presentan las intervenciones realizadas por las y los asistentes y en la Figura 11-12 el registro fotográfico de la actividad.

Leonardo Pizarro da inicio a la reunión, dando la bienvenida a los participantes y destacando el desarrollo del estudio y los alcances del encuentro, ofreciendo la palabra a Luis Arrau, jefe de proyecto del Estudio.

Luis Arrau realiza una exposición de los principales resultados obtenidos en el desarrollo del estudio. Entrega antecedentes de las temáticas abordadas, en especial respecto a: estudio de ingeniería, estudio legal, estudio hidrológico, estudio ambiental, topografía, estudio agroeconómico, y participación ciudadana. Finalmente se presentan los proyectos analizados y evaluados, dando a conocer la rentabilidad de cada uno de ellos y las perspectivas para continuar estudios de mayor detalle, en etapa de prefactibilidad.

Leonardo Pizarro, solicita referirse al suministro de energía considerado para los proyectos analizados.

Luis Arrau, da cuenta que, para este estudio, se solicitó analizar el uso de energía solar, como alternativa de suministro para los proyectos. Para ellos se cotizó con una empresa destacada en el rubro, respecto a los costos de implementos e instalación de los mismos. Si bien no se analizó, por disponibilidad de tiempos, la posibilidad de complementar este tipo de energía con un suministro de la red de distribución de energía disponible en la comuna, se menciona que es una opción viable de analizar en estudios de prefactibilidad, atendiendo a que la red de energía central se encuentra disponible en las zonas de desarrollo de las alternativas de Centro cementerio y Otros; Barco y Otros; y Galpón y otros, así como también sus proyectos alternativos.

Carlos Valenzuela, menciona que los resultados presentados, respecto a los cultivos de desarrollo, se ajustan a la realidad agrícola de la zona. Por otra parte, solicita en lo posible que se haga llegar la presentación expuesta para revisar con mayor detalle los antecedentes expuestos.

Leonardo Pizarro consulta a los participantes si los costos por hectárea de las alternativas de proyectos, se ajustan a las posibilidades de los agricultores de la zona.

Carlos Valenzuela menciona que, sin bien, son costos altos para los agricultores, estos corresponden a costos que podrían ser atendibles por una explotación comercial.

Luis Arrau, complementa la observación realizada, indicando que los costos mencionados involucran todo tipos de costos, incluyendo ambientales y otros. De igual forma, coincide en que el desarrollo agrícola, de forma comercial, podría absorber de buena forma los costos de los proyectos analizados.

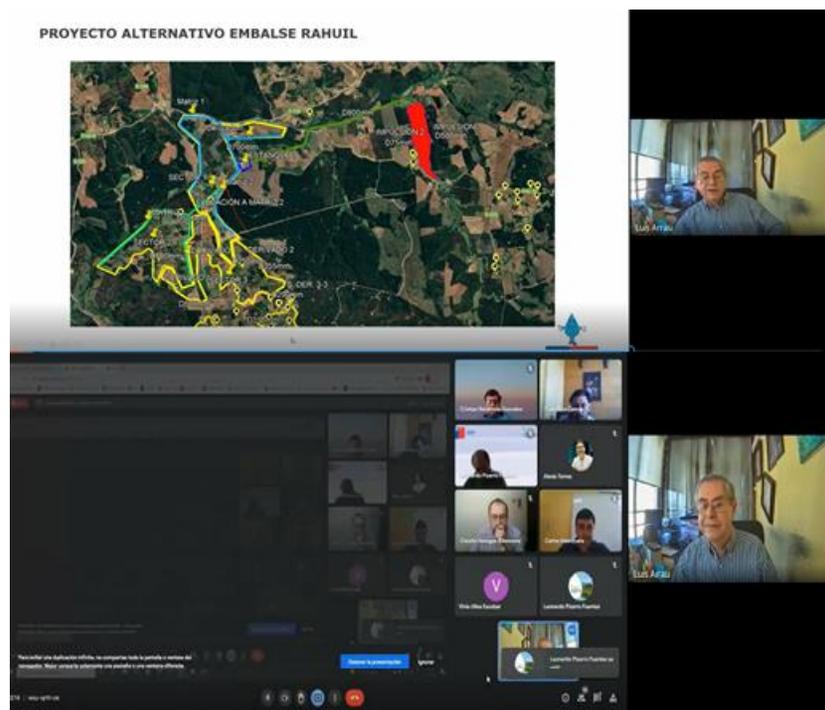


Figura 11-12: Registro Reunión Virtual Equipo PRODESAL Municipalidad de Ránquil

Fuente: Elaboración propia.

11.5.4.2. Reunión Consejo Municipal

La reunión con el Consejo Municipal se programó para el día martes 05 de abril a las 14:30 horas, en modalidad virtual a través de la plataforma Google Meet. La actividad tuvo una duración de dos horas aproximadamente, siendo expositiva en una primera instancia y liderada por el Jefe de Proyecto Sr. Luis Arrau Del Canto, para luego dar paso a una ronda de comentarios y preguntas. En la Figura 11-13 se presenta el registro visual de la actividad.



Figura 11-13: Registro Visual Consejo Municipal Ránquil

Fuente: Registro del consultor.

Los principales comentarios realizados al término de la exposición de resultados del proyecto, se presentan a continuación.

Leonardo Torres: Comenta sobre que el proyecto del embalse Ránquil estuvo próximo a realizarse, sin embargo, no fue así. En el caso de Centro Cementerio existen 03 APR que están necesitando acceso al agua potable con fines de consumo humano; Vegas de Concha, Alto del Centro y Centro Cementerio.

LAD: En el caso de Vegas de Concha, hay una diferencia de Cota es marginal.

Felipe Rebolledo: El tema del LIDAR que con sus productos disponible. Porque es una tremenda herramienta para este tipo de proyectos y de otros, que como municipalidad nos puede servir muchísimo, conozco el LIDAR de Forestal Minilco, por lo que conozco el funcionamiento.

Yo había planteado la posibilidad de realizar un embalse en el río Itata, tipo Rubber Dam, a la altura de Ñipas, pensado como un recurso para incendios forestales, turismo, riego, entre otros. ¿No vieron la posibilidad de obras?

LAD: Cuando hablamos de una Rubber Dam, se interviene el río con una obra que no es menor. La Rubber Dam no se recomienda para alturas menores de dos metros. En mi opinión no se justifica por lo caro de las obras, habiendo otras alternativas.

Felipe Rebolledo: Comparto la idea de los proyectos, lo que no comparto es que estén focalizados en Prodesal, porque no todos los agricultores están inscritos en INDAP. El tema de la propiedad de los derechos del Municipio no puede pasar a nombre de terceras personas.

LAD: Estoy de acuerdo que debe analizarse, porque para el Municipalidad debe pagar patente por los derechos de agua que no se utilizan.

Leonardo Pizarro: Toda la información del estudio quedará en QGIS de acceso libre, y se puede solicitar una capacitación.

Leonardo Torres: La donación que realizó celulosa Arauco (100 L/s), que pasaría con Ránquil o Rahuil en el caso de que accediera hacerse los proyectos ahí.

LAD: Elevar aguas hacia los embalses no tiene sentido, porque los embalses toman agua de las crecidas.

Felipe Rebolledo: Fenómeno forestal, con una superficie de bosque exótico en la comuna sobre el 30%. Sé que en algunos países se realiza la plantación en mosaico, como medida, entre otras. No se podría hacer algo al respecto, sobre todo pensando en los proyectos de embalse.

LAD: Lo que usted señala puede ser analizado durante las próximas etapas, en un análisis ambiental.

11.5.4.3. Reuniones por sector

Aspectos generales

En general todas las actividades tuvieron similar estructura de desarrollo, iniciando con la bienvenida por parte de la encargada de PAC CNR Javiera Herrera quien indica los objetivos de esta actividad y da cuenta del desarrollo de las actividades de PAC a lo largo del estudio en condiciones de pandemia COVID-19. Luego de ello da el paso al Jefe del Estudio, Luis Arrau para presentar los resultados.

Luis Arrau realiza una presentación que da cuenta de las etapas desarrolladas, el análisis de derechos de agua, los trabajos asociados a cada etapa, el proceso realizado para la selección y la elaboración de los proyectos. Se presentan los proyectos seleccionados, poniendo énfasis en los proyectos correspondientes a la zona de los beneficiarios convocados, detallando ubicación, alcances de las obras, tipos de obras involucradas, áreas beneficiadas, etc.

Previo a las conclusiones, se presentan los costos y rentabilidades de los proyectos, y se explican las formas de financiamiento para la materialización de las obras. Además, se explica a los asistentes las fases de vida de un proyecto, se indica en qué etapa se enmarca el estudio desarrollado y quienes son las instituciones encargadas en cada etapa.

Reunión Capilla Ránquil

Esta actividad fue desarrollada el día 12 de abril desde las 11 am, en el Auditorio de la Casa de la Cultura de Ñipas y tuvo una duración aproximada de 1,5 horas. Participaron de esta actividad un total de 11 personas (6 mujeres y 5 hombres), que incluía representantes de APR, usuarios PRODESAL, representantes del municipio y de la CNR. El listado de asistencia se presenta en el Anexo 11-52.

Luego de realizada la exposición de los resultados por parte de la CNR y el Consultor (la presentación realizada se encuentra en el Anexo 11-53), se da paso a la ronda de comentarios y preguntas de los asistentes. Se realizaron intervenciones por parte de los asistentes a la actividad, en primer lugar, representantes del Municipio indican que los agricultores PRODESAL son 339.

Una de las asistentes señala que, en términos generales, el estudio parte desde los derechos de aguas y luego toma y realiza un análisis de otras fuentes de aguas específicamente eventuales, y su primera observación es que no se ha resuelto el tema de los 90 litros por segundo. Considera interesante para los pequeños agricultores los costos de operación que esto va a representar, pensando en paneles solares, cañerías, que son usuarios PRODESAL, etc. Lo que implica un costo constante para los vecinos y que deberían tenerlo claro para que después no digan que nadie les explicó cuánto deberían invertir de manera constante.

Además, señala que no se presenta la información respecto de la ubicación exacta y la superficie abarcada tanto de riego como de inundación. Junto a lo anterior, plantea que, si se piensa en la crisis hídrica global, estamos enfrentados a aprovechar toda posibilidad de recuperar agua. Manifiesta que ven con preocupación que todos los años se ve menos agua en el río y en los esteros, que es algo que ven de forma cotidiana, que se ha intensificado en los años y que va a seguir hacia adelante, señala que la disposición está, pero es necesario detallar información sobre los resultados e implicancias al futuro de estas obras. Respecto de las elevaciones del agua del río, no le queda claro hasta donde llegaría el agua en sectores como las vegas y paso hondo, zonas con mucha agricultura. Le queda la preocupación de hasta dónde llegan esas aguas, puesto que esto le dará un plus a la rentabilidad de los proyectos. Luis Arrau indica que, lamentablemente en este caso se apuntó con las presentaciones por sectores, y que algunos de los proyectos que señala se encuentran en las otras presentaciones.

Otra participante, menciona que no fueron invitadas todas las personas que deberían participar, manifestando que faltó información, que la invitación fue focalizada solamente a un grupo y debió ser abierta a todos los que estuvieran interesados en el tema del agua. Frente a esto, se responde que la invitación fue dirigida principalmente a los usuarios PRODESAL asociados al proyecto presentado.

Se consulta en por la etapa del ciclo de vida del proyecto y, si lo asociado a capilla de Ránquil pasa a la siguiente etapa. Javiera Herrera responde que este estudio es parte de la primera etapa y que ahora debería pasarse a prefactibilidad, y que eso dependerá de la rentabilidad y de los intereses del territorio canalizados a través del municipio (por ejemplo).

Se consulta cuánto tendrá que aportar cada uno. Javiera Herrera responde que hoy no se tiene información para responder ese dato. Se menciona respecto de la necesidad de la carta de interés para pasar a prefactibilidad.

Javiera Herrera compromete envío de la presentación, datos de ubicación y área, para que puedan tener la información completa y hacer presión respecto de esta carta de interés y así promover el avance a las siguientes etapas.

El representante de la CNR Regional manifiesta que se encuentran contentos con el desarrollo del estudio y el enfoque, porque es posible tener información sobre las alternativas en que se puede utilizar el agua disponible, tanto la que se tiene en poder de la municipalidad como otras aguas para beneficiar no solo a los agricultores PRODESAL sino a todos. Pone hincapié en la necesidad de que la comunidad haga presión sobre estas necesidades, a fin de conseguir avanzar con estos proyectos de riego.

Adicionalmente señala respecto a nuevos alcances de la CNR para pequeños proyectos de escala PRODESAL.

Una vez finalizada la actividad, se realizó una encuesta a los asistentes, cuyos resultados se pueden revisar en el Anexo 11-54.

En la Figura 11-14 se presentan algunas imágenes de la reunión.



Figura 11-14. Imágenes de la actividad.

Fuente: Equipo consultor.

Reunión Ñipas

Esta actividad fue desarrollada el día 12 de abril desde las 18:20 hrs, en el Salón Azul de la Casa de la Cultura de Ñipas y tuvo una duración aproximada de 1,5 horas. Participaron de esta actividad un total de 21 personas (9 mujeres y 12 hombres), que incluía representantes de APR, usuarios PRODESAL, representantes de la Delegación Provincial y de la CNR regional. El listado de asistencia se presenta en el Anexo 11-55.

Luego de realizada la exposición de los resultados por parte de la CNR y el Consultor (la presentación realizada se encuentra en el Anexo 11-56, se abre el espacio para la intervención de los asistentes.

Representante de APR Alto Centro, señala que, se ha planteado en la reunión anterior la necesidad de evaluar la posibilidad de que los proyectos incluyan a los APR, puesto que independiente de lo que invierta el gobierno en los proyectos, los costos de operación deben ser paleados por los agricultores y la idea es que no se quede detenido por que los agricultores no le dan continuidad.

Javiera Herrera indica que es posible, señalando que los proyectos de riego necesitan mucha más agua que un APR y que si existe una impulsión es posible “sacar un poquitito” para un APR, si bien estamos en etapa de perfil no hay detalles, pero se puede incluir en las etapas futuras. En lo que se refiere a la distribución, eso corre por cuenta del APR.

La dirigente comenta que la crisis hídrica es grave, que están haciendo pozos nuevos y no encuentran agua, siendo una situación que se repite en todos los sectores para consumo humano. Les interesa que se impulse agua del río porque, aunque sea un caudal mínimo es un caudal seguro y los APR son muchos en la zona. Luis Arrau responde que las impulsiones llegan a puerta de predio y que quienes hagan uso deberán hacer los tratamientos necesarios para su uso. En el caso de embalse Ránquil si hubiera agua y se ampliara la red de distribución se podría conectar a este toda la red de APR.

Javiera Herrera señala que originalmente se pensaba en una única impulsión, pero se decidió diversificar porque el embalse es de largo tiempo de construcción, aunque es una excelente solución. Se entiende que el agua potable es primordial, pero lo que se diseña es un proyecto de riego, con los plazos que tienen este tipo de proyectos.

Se comenta respecto de cómo el uso del agua para consumo humano podría variar o incrementar las tasas de beneficio del proyecto. Dirigentes de APR mencionan que para el agua para consumo humano no hay rentabilidad económica, puesto que ellos como APR no generan ingresos, es sólo para mantener el funcionamiento. Se les responde que existen diversas herramientas para estimar beneficios y que tal vez la utilizada es algo antigua y que debe ser modernizada, puesto que el beneficio no es solamente económico. Esto es un problema frecuente, que debe ser mejorado, debiendo ser impulsado por todos los actores.

Una dirigente consulta, en el caso de la impulsión del centro qué tamaño tienen los estanques. Luis Arrau responde 200 m³ para regulación diaria, si se quiere hacer una obra de distribución para menos caudal, se debe llevar a un estanque y distribuir las 24 horas, y almacenar el agua primero.

Se complementa la pregunta consultando de cuánto caudal se está hablando, porque se tienen los derechos cedidos del municipio y deben usarse. A esto, Luis Arrau responde que en la presentación aparece el caudal de cada proyecto, dándolos a conocer nuevamente a los asistentes.

Representante del delegado Presidencial Provincial felicita a los participantes por asistir a la reunión. Indica que es gratificante ver estos avances, comparando la situación de comunas en que no se proyecta ni un litro de agua, y se tiene que racionar el uso para consumo humano, sin posibilidad de pensar en agua para riego. Este tipo de proyectos alegra, porque vendría a mejorar la calidad de vida de muchas familias, señalando que cuentan con el apoyo de la delegación.

Un participante señala que es un proyecto grande y tal vez de largo aliento, pero hay que aprovechar que se tiene el agua del río, que actualmente se está pagando la patente y no se está usando.

Una vez finalizada la actividad, se realizó una encuesta a los asistentes, cuyos resultados se pueden revisar en el Anexo 11-57.

En la Figura 11-15 se presentan algunas imágenes de la reunión.



Figura 11-15. Imágenes de la actividad.

Fuente: Equipo consultor.

Reunión Rahuil

Esta actividad fue desarrollada el día 13 de abril desde las 10:20 hrs, en el Salón Azul de la Casa de la Cultura de Ñipas y tuvo una duración aproximada de 2 horas. Participaron de esta actividad un total de 23 personas (11 mujeres y 12 hombres), que incluía representantes de APR, usuarios PRODESAL del área de estudio. El listado de asistencia se presenta en el Anexo 11-58.

Luego de realizada la exposición de los resultados por parte de la CNR y el Consultor (la presentación realizada se encuentra en el Anexo 11-59), se inicia la ronda de intervenciones por parte de los asistentes.

La primera consulta es respecto si el agua podría ser potable. El participante indica que ha visto bajar la napa, su puntera ha bajado de 12 a 25 metros, porque se ha quedado sin agua. Señala que de aquí a que salga el proyecto no habrá agua, porque este año casi se corta. Si vamos bajando los pozos 1 metro por año, de aquí a 10 años no habrá agua. Ve el proyecto como buena alternativa, pero que sea para agua potable y agricultura. Javiera Herrera indica el interés existente en el tema y que es posible potabilizar el agua. Señala que el riego necesita mucha más agua que para uso potable y, de un proyecto como este se puede extraer para consumo humano. Plantea que, si bien se puede apartar un margen para agua potable, pero en el caso de la CNR solamente puede dejarlo como recomendación, aunque es de toda lógica abarcar ambas aristas. Vuelve sobre las etapas del ciclo de vida de los proyectos y explica que para continuar con el estudio del embalse se necesita una carta de respaldo por parte de la comunidad y las autoridades locales, para que se pueda continuar con estos estudios, lo que no implica que esto se vaya a construir. Se indica además que, se encuentra pendiente realizar la solicitud de derechos de agua para el proyecto, algo que es un trabajo interministerial, y que depende también de ese paso para poder continuar con el estudio. Las posibilidades existen, puesto que se piden caudales eventuales.

Otro participante plantea que la duda de todos es donde va a estar el embalse, si es predio particular o forestal. Luis Arrau indica que es un predio particular y que debería expropiarse.

El mismo participante indica que conoce muy bien el sector y que camina toda el área correspondiente al embalse y hace dos años no se podía pasar por el agua, este año está seco. Cuando piensa en las aguas que llegan al río Peñalén, son muy pocas (enumera todas las fuentes de agua), le muestran el lugar e indica que en ese sector no hay río, recién nace el río y es un chorrillo y que todos los tranques de ese sector han bajado. Él pensaba que era un río principal y que le llegaban humedades de diferentes partes, pero por lo que ha visto en terreno no es así. Indica que se ha recorrido el terreno, se llevó a la gente del estudio a visitar y, al parecer no tomaron en cuenta esa información. Se le explica que esto sería en base a las lluvias, lo eventual y Javiera Herrera señala que en prefactibilidad se estudia esta idea, pero otras alternativas, recalca la importancia de la relación agua muro. Se deben considerar varias aristas, pero este proyecto está pensado considerando las aguas lluvias.

Una de las participantes dice que finalmente esto se trata de acumulador de aguas lluvias, a lo que se le responde afirmativamente. Consulta, además, qué pasa con los “chorrillos” actuales, si se van a perder, a lo que se le responde que estas aguas se dejan pasar. Se hace la consulta sobre los costos que

debe pagar cada usuario. Se le explica que en general hasta el 90% lo financia el estado, que los mecanismos de financiamiento establecen compromisos con los beneficiarios y en caso de proyectos sociales el subsidio es mayor.

Otra participante pregunta, sobre el pago, si es permanente en el tiempo o solo por un tiempo limitado. Se le explica que es por un tiempo definido, como puede ser un dividendo. Javiera Herrera señala que existen costos de operación y mantención de las obras y ese es un costo permanente. Se indica que para eso es necesario organizarse y conformar una organización que se encargue de estos temas. Así mismo se releva la importancia de que se use energía solar en los proyectos, con lo cual se asegura disminuir el costo de mantención

Otra pregunta, si la CNR como organismo del Estado, ¿no pueden regular las plantaciones que las forestales hacen en los humedales? mencionando los efectos negativos de esta práctica. Javiera Herrera indica que eso está fuera de las competencias del servicio, y que eso limita lo que puede hacer cada uno. Otro usuario complementa señalando que existe una ley, la junta de vecinos puede hacer la denuncia al respecto.

Otro asistente consulta sobre los costos, específicamente sobre rentabilidad, quiere saber si es posible tener una encuesta a los usuarios sobre la rentabilidad de cada uno, para saber si son capaces de mantener una obra de esa magnitud. Particularmente considerando el envejecimiento de la población. Por eso considera que se debe hacer una encuesta a los beneficiarios de este tipo de estudios. Javiera Herrera indica que estas encuestas son parte de los estudios que se realizan.

Otro usuario indica que, respecto de la encuesta, a él lo visitaron y él explicó que no es rentable el sector porque la juventud está emigrando. Si hubiera una inversión en otros cultivos, que volviera más llamativo vivir en la comuna podría cambiar la situación.

Algunos Asistentes consultan si existen posibilidades de hacer estudios individuales de proyectos de aguas lluvias, para mostrar a la juventud que es posible concretar algo, y dejar estas cosas a largo plazo. Si no tenemos resultados a corto plazo hay desmotivación y en estos proyectos probablemente pasaran 12 o 15 años solo para estudios.

Javiera Herrera indica las áreas de trabajo de la CNR, mencionando que entre las áreas que se trabaja está el promover el desarrollo de proyectos de riego intraprediales para pequeños agricultores. Se habla de los subsidios, formas de aporte, etc.

Un Asistente opina que un proyecto así puede demorar, “pero si se compara la hectárea de riego con la hectárea que se tiene en estos momentos (secano), el arriendo al año de esa hectárea con riego es de mayor valor. Pensando que, si demora 20 años más en materializarse el proyecto, ya no se estará en etapa de trabajo, pero podremos arrendar la propiedad con posibilidad de riego. Hoy, si queremos dejar las viñas, tenemos que pagarle a alguien para que las cultive, porque actualmente solo es pérdida y por eso se ponen pinos y eucaliptus.”

Señalan que el PRODESAL de Ñipas tiene un consultor de riego responsable y que cumple con postular. Se recomienda a los usuarios tener ojo con los consultores, tener cuidado con las calificaciones, los contratos, etc. Se entregan datos de contacto de oficina regional para consultar sobre proyectos de fomento.

Pablo Neira, dirigente de la zona, señala que, deben pensar que como pequeños campesinos los proyectos siempre eran para los grandes productores y para otras zonas, se debe considera que las ciudades crecen y no hay suelos, por lo cual plantea la interrogante ¿de dónde se va a alimentar la ciudad?, señalando que esta es la oportunidad. De igual forma indica que, es la primera vez que ve a la CNR en esta zona, con proyectos para beneficiar a los pequeños productores. Señala además que esto viene del trabajo que han realizado como cuencas, y por ello es importante cuidar el agua y el medioambiente, porque es de donde logramos producir los alimentos. No hay que sentirse derrotado.”

Una vez finalizada la actividad, se realizó una encuesta a los asistentes, cuyos resultados se pueden revisar en el Anexo 11-60., en tanto en Anexo 11-61 se presentan los registros audiovisuales de las reuniones realizadas con la comunidad.

En la Figura 11-16 se presentan algunas imágenes de la reunión.



Figura 11-16. Imágenes de la actividad.

Fuente: Equipo consultor.

11.5.4.4. Reunión Institucional CRR

La instancia de reunión institucional de cierre, fue coordinada para llevarse a cabo en la Comisión Regional de Riego (CRR), Región Ñuble, durante el mes de junio 2022. El anexo 11-62 contiene la presentación con los contenidos expuestos.

12. PLATAFORMA SIG

12.1. Introducción

En el presente capítulo, se detalla el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (SIG), con la información que ha sido levantada en el estudio, facilitando la integración de la información y la visualización de ella.

12.2. Estructura del SIG

El proyecto SIG se tiene una estructura en directorios que ha sido diseñada en carpetas temáticas según lo solicitado por la CNR en el documento “Ficha y Campos SIG Unidad de Estudios v15”. Las carpetas en las cuales se ordena el proyecto quedan definidas de acuerdo al listado presentado en Cuadro 12-1.

Cuadro 12-1: Capas temáticas del SIG del estudio

Directorio	Capa Temática
01_Divpola	División Político Administrativa
02_Topo	Trabajos Topográficos
03_AgroClima	Estudios Agroclimáticos
04_Suelos	Estudios de Suelos
05_Superficial	Aguas Superficiales
06_Subterranea	Aguas Subterráneas
07_AguaTratada	Aguas tratadas o Aguas Reutilizadas
08_Cuencas	Cuencas Hidrográficas
09_Poblacion	Datos de Población INE- otros
10_PrediosEx	Predios o roles
11_InfraRiego	Infraestructura de Riego
12_SistemaRiego	Sistemas de Riego
13_Ley18450	Proyectos Ley 18.450
14_Ambiente	Estudios Ambientales
15_Juntas	Juntas de Vigilancia u Organizaciones de Regantes
16_Red_Vial	Red Vial
17_TrabajosTerreno	Trabajos de Terreno (Calidad de Agua, Aforos, Catastros, Gravimetría, etc)
18_KMZ	Archivos KMZ relevantes a mostrar
19_ProductosDEDP	Mejoramientos, perfiles, etc.

Fuente: Ficha y Campos SIG Unidad de Estudios v15 (CNR, 2020)

12.3. Recopilación de Antecedentes SIG

Las fuentes de información referidas hasta el momento son:

- Comisión Nacional de Riego: Área de estudio.
- Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE)
- Instituto Geográfico Militar (IGM)
- Ministerio de Medio Ambiente (MMA)
- Dirección General de Aguas (DGA)
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN)
- Centro de Agricultura y Medio Ambiente (AGRIMED) de la Universidad de Chile
- Información obtenida en el estudio

Esta información ha sido procesada en el software QGIS.

La información es presentada según la estructura indicada en el Cuadro 12-2 y la visualización de la distribución de las capas en el proyecto Qgis en la Figura 12-1.

Cuadro 12-2: Estructura SIG

Agrupación de la Información		Capa	Nombre Archivo	Descripción	Fuente	Fecha
OBRAS PROYECTADAS	-	Sitios preliminares	Sitios_proyectos_preliminares.shp	Ubicación sitios preliminares de interés para proyectos	Arrauing	2022
	ALT1: Elevación Cementerio Uvas Blancas y otros	Impulsión	Impulsión_Centro_Cementerio.shp	Trazado obra impulsión	Arrauing	2022
		Acumulación	Acumulación_Centro_Cementerio.shp	Polígono área inundación	Arrauing	2022
		Conducción	Conducción_Centro_Cementerio.shp	Trazado obra conducción	Arrauing	2022
	ALT2: Elevación Cementerio Uvas Blancas y otros	Impulsión	Impulsión_Centro_Cementerio_alt2.shp	Trazado obra impulsión	Arrauing	2022
		Acumulación	Acumulación_Centro_Cementerio_alt2.shp	Polígono área inundación	Arrauing	2022
		Conducción	Conducción_Centro_Cementerio_alt2.shp	Trazado obra conducción	Arrauing	2022

Cuadro 12-2: Estructura SIG

Agrupación de la Información		Capa	Nombre Archivo	Descripción	Fuente	Fecha
	ALT1 Elevación el Barco y Otros	Impulsión	Imp_El_Barco_Impulsión.shp	Trazado obra impulsión	Arrauing	2022
		Acumulación	Imp_El_Barco_Acumulación.shp	Polígono área inundación	Arrauing	2022
		Conducción	Imp_El_Barco_Conduccion.shp	Trazado obra conducción	Arrauing	2022
	ALT2 Elevación el Barco y Otros	Impulsión	Imp_El_Barco_Impulsión_alt2.shp	Trazado obra impulsión	Arrauing	2022
		Acumulación	Imp_El_Barco_Acumulación_alt2.shp	Polígono área inundación	Arrauing	2022
		Conducción	Imp_El_Barco_Conduccion_alt2.shp	Trazado obra conducción	Arrauing	2022
	Elevación el Galpón	Impulsión	Imp_Galpon_Impulsión.shp	Trazado obra impulsión	Arrauing	2022
		Acumulación	Imp_Galpon_Acumulación.shp	Polígono área inundación	Arrauing	2022
		Conducción	Imp_Galpon_Conducción.shp	Trazado obra conducción	Arrauing	2022
	Embalse Ránquil	Acumulación	Acumulación_embalse_ránquil.shp	Polígono área inundación	Arrauing	2022
		Conducción	Conducción_embalse_ránquil.shp	Trazado obra conducción	Arrauing	2022
	ALT1 Embalse Rahuil	Estanque	Estanque_embalse_Rahuil.shp	Polígono área inundación	Arrauing	2022
		Acumulación	Acumulación_embalse_Rahuil.shp	Polígono área inundación	Arrauing	2022
		Conducción	Conducción_embalse_Rahuil.shp	Trazado obra conducción	Arrauing	2022
	ALT2 Embalse Rahuil	Estanque	Estanque_embalse_Rahuil_alt2.shp	Polígono área inundación	Arrauing	2022
Acumulación		Acumulación_embalse_Rahuil_alt2.shp	Polígono área inundación	Arrauing	2022	
Conducción		Conducción_embalse_Rahuil_alt2.shp	Trazado obra conducción	Arrauing	2022	
CATASTRO DE OBRAS	Conducción Batuco	Conducción_Batuco.shp	Catastro obra conducción	Arrauing	2021	
	Conducción Navas	Conducción_Navas.shp	Catastro obra conducción	Arrauing	2021	
	Tranques	Tranques.shp	Tranques Catastrados	Arrauing	2021	
	Bocatomas	Bocatomas.shp	Extracciones subterráneas catastradas	Arrauing	2021	
	Singularidades Conducción	Singularidades_Conducción.shp	Singularidades Catastradas	Arrauing	2021	
	Obras Extracción Subterránea	Obras Extracción Subterránea.shp	Catastro Pozos-Noria	Arrauing	2021	

Cuadro 12-2: Estructura SIG

Agrupación de la Información		Capa	Nombre Archivo	Descripción	Fuente	Fecha
MEDICIONES DE TERRENO		Encuestas Agronómicas	Encuestas_Agronómicas.shp	Encuesta simple agroeconómicas	Arrauing	2021
		Aforos	Aforos_.shp	Aforos	Arrauing	2021
		Calicatas	Calicatas.shp	Ubicación calicatas	Arrauing	2021
TOPOGRAFÍA		PRs	PRS.shp	Ubicación PRs construidos	Arrauing	2021
		Curvas de Nivel	Curvas_de_nivel_V3.shp	Curvas de nivel topografía de los sitios.	Arrauing	2021
		Área Topografía	Área Topografía.shp	Área Topografía	Arrauing	2021
		Ortomosaico Ránquil 50	Ortomosacio_Ránquil_50.ecw	Ortofoto	Arrauing	2021
CAPAS BASE	División Territorial	Predios	Propiedades Ránquil	Propiedades Ránquil.cl	CIREN	-
		Sectorización	Sectorización	Sectorización Área de Estudio	TRs Estudio	2020
		Comuna Ránquil	Comuna Ránquil.shp	Comunas área de estudio	BCN	2014-2017-2018
		Región Ñuble	Region Ñuble.shp	Limites Regionales	BCN	2014-2017-2018
		Subsubcuencas	Subsubcuencas_BNA.shp	Subsubcuencas Chile	DGA	2014-2017-2018
		Subcuencas	Subcuencas_BNA.shp	Subcuencas Chile	DGA	2014-2017-2018
		Cuencas	Cuencas_BNA.shp	Cuencas Chile	DGA	2014-2017-2018
	Antecedentes Legales	DAA Constituidos	DDA_constituidos.shp	Ubicación de derechos de agua constituidos	DGA	2021
		DAA Regularizados	DAA_regularizados.shp	Ubicación de derechos de agua regularizados	DGA	2021
	Suelo	Suelos	suelos_R16_26979.shp	Estudio agrológico	CIREN	2014
		Uso de Suelo	CatastroRV_R08_2015.shp	Uso de Suelo	CONAF	2015
		Unidades Geomorfológicas	06_unidades geomorfológicas.shp	Unidades Geomorfológicas	Albers C.	2015
	Clima	Agroclima Ránquil	Agroclimatico_Ránquil.shp	Atlas Agroclimático U. de Chile, 2017 (VII y VI)	Universidad de Chile (AGRIMED)	2017

Cuadro 12-2: Estructura SIG

Agrupación de la Información		Capa	Nombre Archivo	Descripción	Fuente	Fecha
Vegetación	Formaciones Vegetacionales	Formaciones Vegetacionales	Formaciones_Gajardo_region.shp	Formaciones Vegetacionales	R. Gajardo - SINIA, CONAMA	1997
	Pisos Vegetacionales	Pisos Vegetacionales	Pisos Vegetación_S.shp	Pisos vegetacionales	P. Pliscoff y F. Lubert - SINIA, CONAMA	2006
Hidrografía	Hidro Ránquil	Hidro Ránquil	Hidro_Ránquil.shp	Red Hidrográfica Maule	BCN	2014-2017-2018
	Hidro Ñuble	Hidro Ñuble	fuentes_ñuble.shp	Red Hidrográfica Área de estudio	BCN	2014-2017-2018
Sitios Protección Ambiental	Inventario Humedales 2020	Inventario Humedales 2020	Inventario Humedales 2020.shp	Humedales	MMA	2020
	Sitios Prioritarios Ránquil	Sitios Prioritarios Ránquil	Sitios Prioritarios_Ránquil.shp	Sitios prioritarios	MMA	-

Fuente: Elaboración propia.

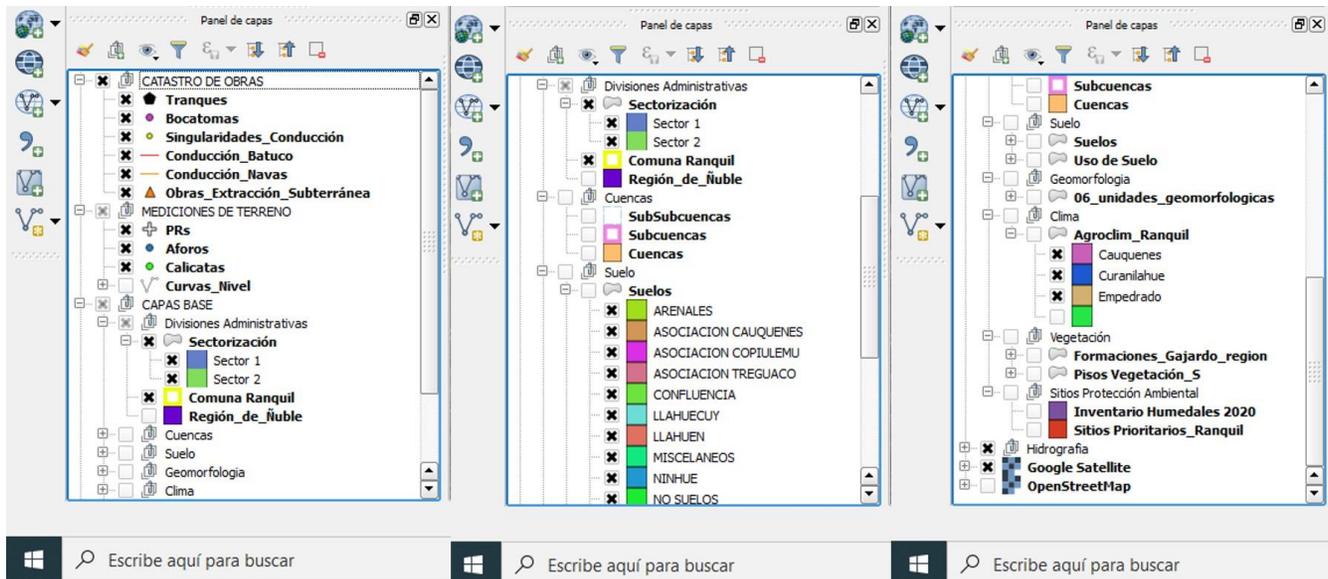


Figura 12-1. Disposición de contenidos panel de capas

Fuente: Elaboración propia.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se ha desarrollado un completo estudio sobre el riego en la comuna de Ránquil y de sus posibilidades de expansión.
- La comuna tiene una gran vocación productiva y su clima y suelos permiten el cultivo de una amplia gama de especies, pero la principal limitante es la carencia de agua segura para la práctica de una agricultura sustentable. En esta comuna existen sólo pequeñas superficies regadas con pozos de bajo caudal, a partir de los cuales, cultivan algunas chacras y huertos frutales de autoconsumo.
- El último Censo agropecuario (2007) da cuenta que la comuna de Ránquil cuenta con una superficie agrícola de 9.505,9 ha, representadas por un total de 661 predios, de los cuales, el 99% se encuentran activos en el rubro agrícola. La estratificación predial da cuenta que aproximadamente el 64% corresponden a predios inferiores a 5 ha y el 87% a predios inferiores a 20 ha.
- Además de la producción vitivinícola, la comuna es productora de hortalizas, frutas, cereales, leguminosas y tubérculos, destacando, por ejemplo, la producción de tomates, papas, cerezos, olivos, trigo y maíz. Existen interesantes emprendimientos en la producción de aceite de Oliva y, progresivamente, se ha buscado otorgar valor a la producción, generando vino embotellado, lo que ha sido impulsado por agencias locales de desarrollo y por el propio municipio.
- La comuna no cuenta con estadísticas fluviométricas, y tampoco se encontraron cuencas cercanas de características similares que tuviesen la información requerida, por lo que fue necesario efectuar una hidrología sobre la base de relaciones empíricas de relación precipitación-escorrentía, para determinar los escurrimientos en las diferentes cuencas, lo que indica que los resultados no tienen gran precisión. Se realizaron también aforos, con la finalidad de evaluar el recurso y calibrar los modelos, pero finalmente se decidió no usarlos por corresponder a un año muy seco, poco representativo. Respecto a los antecedentes referidos a la hidrogeología, si bien tenían la finalidad de complementar el estudio del recurso subterráneo, no fue necesario evaluarlo, por cuanto se descartó su uso, debido a que los antecedentes revisados en terreno, permitieron determinar que la napa estaría al límite y, un mayor uso de ella la dejaría sobre explotada, generándose un riesgo que involucraría la falta del recurso en varias norias que quedarían “colgadas”.
- El estudio incluyó un levantamiento LIDAR para toda la comuna, del cual pueden obtenerse curvas de nivel cada 1 metro. Este levantamiento podría ser de utilidad para otros tipos de proyectos de desarrollo en la comuna, pudiendo aprovecharse, además, en el estudio de prefactibilidad de los proyectos analizados, verificando algunos puntos relevantes, por ejemplo, como desniveles reales para las elevaciones. En el caso de abordar el diseño definitivo de las alternativas de proyectos analizadas, se recomienda efectuarse una topografía de detalle.

- Se hizo un acabado estudio legal, que terminó recomendando la forma de traspaso de los derechos de agua que tiene la I. Municipalidad de Ránquil, la cual se encuentra facultada para transferir su derecho de aprovechamiento de aguas inscrito a fojas 25 N° 25, del Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Coelemu del año 2008. En el caso de una donación irrevocable del derecho de aprovechamiento, debe otorgarse por escritura pública que suscribirá el Alcalde, y copia autorizada de dicho título traslativo debe inscribirse en el Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Coelemu.
- Se hicieron estudios de uso del suelo, recomendándose diferentes especies para las diferentes series de suelos encontradas y analizadas.
- Se efectuaron estudios agronómicos que determinaron las tasas de riego, resultando en promedio una tasa del orden de 11.000 m³/ha/año.
- Se efectuó una revisión de la infraestructura actual de obras de riego, generándose un catastro que da cuenta de la escasa presencia de este tipo de obras en el área de estudio. Particularmente las obras comunitarias de conducción de agua superficial se limitan a dos casos, Conducción en sector Navas y Conducción en sector Batuco, ambos hoy en día con un aprovechamiento del recurso para fines de consumo y riego. Las obras de acumulación por su parte, se restringen sólo a obras de uso privado. Siendo el recurso disponible básicamente superficial, proveniente de esteros, quebradas y vertientes, indudablemente las obras existentes de acumulación son insuficientes y debe invertirse en ellas y en las obras de conducción desde estas. En cuanto a las obras de extracción de agua subterránea, los resultados dan cuenta de un uso principalmente de tipo noria, puntera y pozos profundos. Este último tipo con mayor presencia en los últimos años gracias al apoyo de proyectos de agua potable rural desde la municipalidad, así como también por proyectos de riego impulsados por PRODESAL e INDAP. Por su parte, los resultados de medición en terreno, dan cuenta de una capacidad de extracción limitada del recurso subterráneo, lo cual, pudiese estar asociado a una condición de fragilidad de la napa que conlleve eventualmente a su sobreexplotación.
- En relación a las actividades de Participación Ciudadana desarrolladas, se llevaron a cabo contactos y encuentros, tanto con Instituciones como con organizaciones, debiendo actuar con flexibilidad y adecuando aspectos metodológicos cuando el contexto socio-sanitario lo requirió, debido a la situación de pandemia presente en el periodo de desarrollo del estudio. Así, se privilegiaron encuentros virtuales con Instituciones y reuniones parceladas, con manejo de aforos con las organizaciones y agricultoras/es.

Se sugiere en etapas posteriores, mantener informado y por sobre todo involucrado al Municipio, ya que como se concluyó en el estudio legal, se encuentra facultada para transferir su derecho de aprovechamiento de aguas inscrito a fojas 25 N° 25, del

Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Coelemu del año 2008.

- Se estudió la calidad de las aguas superficiales, resultando en general de muy buena calidad para el riego, lo que se expresa en valores de parámetros medidos en laboratorio, bajo la norma NCH1333. En este sentido, la adaptabilidad de cultivos a esta calidad de agua es plena, no siendo en ningún caso una limitante para la implementación de rubros agrícolas.
- En relación con las y los agricultores de las Zonas 1 y 2, considerar que las actividades deben realizarse de manera presencial, evaluando las restricciones de actividades tradicionales/culturales/económicas, como la vendimia.
- Respecto a la situación ambiental en el área de estudio, se destaca sólo un Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad, correspondiente al Cerro Cayumanque, área compartida entre las comunas de Ránquil y Quillón, la cual no tendría afectación por las alternativas de proyectos analizadas. El análisis del área de influencia de los proyectos determinó la existencia de zonas que por sus características de sensibilidad ambiental deberían mantener restricciones de uso que aseguren el menor impacto en ellos, lo cual, se recomienda sea corroborado en etapas posteriores de análisis, con antecedentes de mayor precisión recopilados en terreno, destacándose la intervención en humedales, cursos de agua y zonas colindantes a estos. A partir de los antecedentes analizados se considera que los proyectos a nivel de perfil evaluados, deben ser ingresados al SEIA preliminarmente bajo la modalidad de una DIA, lo cual, se estima debe ser corroborado y modificado si es necesario, en función de los resultados que arroje una próxima etapa de estudio a un nivel de mayor detalle, en el cual, se contemple una línea de base para el análisis de los componentes ambientales de interés.
- Sobre los derechos de agua, se obtuvo toda la información relativa, tanto para aguas superficiales como subterráneas, a la fecha de resolución e inscripción en el CBR, el tipo del derecho, el ejercicio del derecho, la fuente hídrica, los caudales, el nombre del o la titular, además de cruzar la información con los registros del Catastro Público de Aguas (CPA) y el Sistema Nacional de Información del Agua (SNIA), ambos de la DGA.
- No existen OUAs registradas en la DGA cuyas bocatomas se ubiquen dentro del territorio de Ránquil. No se encontraron tampoco OUAs de hecho en el territorio.

- De acuerdo con el contexto agroclimático, se definieron las especies de cultivos más adaptables, a 2 contextos microclimáticos claramente diferenciables en el área de estudio, que son el contexto de ladera y el contexto de valles y planicies, la que se entrega en cuadro siguiente:

Contexto Microclimático	Especies adaptadas
Lomaje y laderas	Limonero - Palto - Papayo
Valles y planicies	Arándano - Cerezo - Grosella - Nogal - Olivo - Kaki - Manzano
Ambos contextos	Almendro - Avellano europeo - Ciruelo - Damasco - Duraznero - Frutilla - Frambuesa - Higuera - Membrillo - Peral - Vid - Castaño

También, se entregó recomendaciones de los cultivos adaptables según los diferentes tipos de suelos encontrados y analizados.

- Los métodos de riego de mayor uso en el área de estudio, respecto a la superficie involucrada, corresponden principalmente al riego por goteo y el riego por surco, con un 38% y un 37% de superficie regada respectivamente.
- El estudio de las obras factibles de regar, se remitió a dos tipos de obras: Elevaciones directas desde el río Itata, y construcción de embalses de regulación estacional para aprovechar los recursos de invierno. No se recomienda aumentar la explotación de los recursos subterráneos, por cuanto el nivel de las napas bajaría, dejando “colgados” a varios de los actuales usuarios.
- Dentro de las obras para elevación de aguas del río Itata, se definieron 6 alternativas, analizándose en detalle 3 de ellas, definidas como las mejores para aprovechar los 98 L/s que dispone la I. Municipalidad de Ránquil:
 - El Galpón y Otros, beneficiaría a 14,8 ha correspondientes a 8 predios (1,85 ha/predio). Tiene un costo de MM\$289,8 a precios privados y MM\$230,6 a precios sociales.
 - El Barco y Otros, beneficiaría 14,64 ha correspondientes a 26 predios (0,56 ha/predio). Tiene un costo de MM\$792,8 a precios privados y MM\$635,6 a precios sociales.
 - Cementerio y Otros, beneficiaría a 24 ha, correspondientes a 34 predios (0,70 ha/predio). El costo total asciende a la cantidad de MM\$1.062,1 a precios privados y MM\$848,5 a precios sociales.
- Dentro de las obras de embalse para regulación estacional, de una angostura posible, visualizadas sobre la base del levantamiento LIDAR, se realizó una selección de 18 sitios, los que fueron analizados bajo una serie de consideraciones propias de este tipo de análisis, concluyéndose finalmente en la recomendación de dos de ellos:

- 1) Embalse Ránquil, que con una capacidad útil de 1.660.353 m³ puede abastecer una superficie de riego de 299 ha con seguridad 85%. Tiene 31 m de altura y su costo a precios privados es de MM\$14.306,9, en tanto que a precios sociales es de MM\$10.448,7. El sistema de entregas, concebido a base de conductos cerrados con tuberías de HDPE, tiene un costo de MM\$ 7.725,1 a precios privados y de MM\$ 6.164,1 a precios sociales.
 - 2) Embalse Rahuil, que con una capacidad útil de 1.242.000 m³ puede abastecer 176 ha de riego con 85% de seguridad. Tiene una altura de 10 m y su costo total de obras es de MM\$10.422,9 a precios privados y de MM\$7.963,3 a precios sociales. Por su parte, el sistema de entregas, o de distribución, tiene un costo a precios privados de MM\$6.116,6 y de MM\$4.921,5 a precios sociales.
- Se evaluaron económicamente los 5 proyectos, 3 de elevación y 2 embalses, resultando rentables a precios sociales los proyectos El Galpón y Ránquil. Como se puede apreciar, 2 proyectos de impulsión resultaron no rentables, y ello se debió fundamentalmente a lo esparcidos que se encuentran los agricultores de Prodesal, teniendo implicancia directa en los elevados costos de las obras de conducción. El otro proyecto no rentable fue el embalse Rahuil, siendo varias las razones de ello, como, por ejemplo, su distancia a la zona de Rahuil, además, las cotas de los predios a regar son mayores a las del embalse, por lo que es necesario elevar también las aguas para su distribución a los predios, es decir, el riego del embalse no es gravitacional. Por último, al igual que en los proyectos de impulsión, un factor determinante en la rentabilidad del proyecto son los costos considerados en las obras de conducción, debido a la ubicación distanciada en que se encuentran los agricultores Prodesal en la zona.
 - Se recomienda seleccionar los proyectos de El Galpón y Embalse Ránquil, y continuar con estas iniciativas a nivel de prefactibilidad. También, los proyectos Cementerio y embalse Rahuil, porque llegan a zonas de gran interés manifestado por los potenciales beneficiarios, y su rentabilidad social no es tan baja. En estricto rigor, todos pueden llevarse a un análisis más profundo de prefactibilidad, incluso El Barco, pero la recomendación prioritaria es el avance de los proyectos indicados. Cabe destacar que, todos los proyectos tienen un carácter social relativamente parecido, debido a que no se planteó el riego de grandes superficies para un determinado predio.
 - Dado que 3 proyectos resultaron no rentables, se optó por diseñar alternativas a ellos, liberando la restricción de entregar agua para riego sólo a agricultores Prodesal, lo cual significó, además, la disminución de las longitudes de tramos de conducción proyectados. De igual forma, se aprovechó de incluir una idea que considera experimentar con invernaderos en superficies pequeñas. Los ajustes considerados en los proyectos alternativos determinaron que todos ellos resultaran rentables.

- Se generó un Sistema de Información Geográfica (SIG) donde se incorporan los antecedentes de mayor relevancia utilizados para el análisis espacial de los proyectos propuestos. El SIG cuenta con antecedentes bases del territorio, recopilados a partir de registros de organismo e instituciones, así como también, antecedentes recopilados en terreno. De igual forma se incorporaron los diferentes proyectos evaluados en el presente estudio, permitiendo una comprensión territorial de las propuestas de obras analizadas.
- Se recomienda para etapa posterior de análisis (estudio de prefactibilidad) incluir:
 - 1) Definición de los beneficiarios, solicitándoles una carta de interés.
 - 2) Verificación de las cotas principales, previo uso de topografía.
 - 3) Definición de las áreas de cultivos y sus demandas, de acuerdo a interés de beneficiarios.
 - 4) Definición de las horas de riego y determinación de capacidad de estanque regulador.
 - 5) Adecuación del diseño, incluyendo sistema de distribución y elevación, según horas
 - 6) Actualización de precios y tres cotizaciones por los equipos de elevación
 - 7) Elaboración del presupuesto y evaluación económica.