DIAGNÓSTICO DE ZONAS DE RECARGA

EN CUENCAS DEL SECANO MAULE

VII REGIÓN DEL MAULE

INFORME FINAL

NOVIEMBRE 2014

yo cuido el agua
LEY DE FOMENTO AL RIEGO

CNR
Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

Comisión Nacional de Riego

DIAGNÓSTICO DE ZONAS DE RECARGA EN CUENCAS DEL SECANO MAULE VII REGIÓN DEL MAULE

INFORME FINAL

SANTIAGO, NOVIEMBRE DE 2014

GCF INGENIEROS LTDA.
Fidel Oteiza 1971, Of. 701, PROVIDENCIA – SANTIAGO
Fono: 02-22097179 – e-mail: gcabrera@entelchile.net

GCF INGENIEROS LTDA.

Jefe de Proyecto

Ing. Civil Sr. Guillermo Cabrera Fajardo

Profesionales

Ing. Civil Sr. Sergio Matus García

Ing. Civil Sr. Lem Mimica Viladrich

Ing. Civil Sr. Carlos Salazar Méndez

Ing. Civil Sr. Iván Rivera Romero

Ing. Agrónomo Sr. Patricio Murúa Sazo

Ing. Agrónomo Sra. Eliana de Amesti de Amesti

Biólogo Sr. Cristian Andrade Madrid

Médico Veterinario Sr. Rodrigo Valenzuela Aceval

Biólogo Sr. Daniel Salas Johnson

Abogada Sra. Isabel Morales Novoa

Ing. Civil Sr. Eduardo Riquelme Ríos

Ing. Civil Sr. Juan Pablo Ulloa

ÍNDICE

Pág.

1 INTRODUCCIÓN 1
2 ASPECTOS TÉCNICOS DE LA RECARGA ARTIFICIAL 3
2.1 Objetivos, Condiciones y Ventajas de la Recarga Artificial 3
2.2 Métodos o Dispositivos de Recarga 4
2.2.1 Dispositivos Superficiales 5
2.2.2 Dispositivos Profundos 7
2.3 Consideraciones sobre Alternativas de Recarga 7
3 RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES 9
3.1 Mejoramiento de Agua Subterránea para Riego Ligua y Petorca. CNR – GCF Ingenieros Ltda., 2012 9
3.2 Estudio Diagnóstico de Zonas Potenciales de Recarga de Acuíferos en las Regiones de Arica y Parinacota a la Región del Maule. CNR – GCF Ingenieros Ltda., 2013 10
3.3 Recarga Artificial de Acuíferos en Cuencas Fluviales: Aspectos Cualitativos y Medioambientales. Criterios Técnicos Derivados de la Experiencia en la Cubeta de Santiuste (Segovia). Memoria de Enrique Fernández para optar al grado de Doctor, 2004 12
3.4 La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos en el Marco del Desarrollo Sostenible. Desarrollo Tecnológico. DINA-MAR, UNESCO - MAR Working Group, 2010 13
3.5 Estudio Hidrogeológico del Secano Interior y Costero Regiones VI, VII y VIII. IICA – GCF Ingenieros Consultores, 2002 13
3.6 Diagnóstico de Recursos Hídricos en Secano Interior y Costero VI a VIII Regiones. CNR – AC Ingenieros Consultores, 2003 15
3.7 Exploración de los Recursos Hídricos Subterráneos VII Región. DGA-AC Ingenieros Consultores, 1999 17
3.8 Levantamiento de Información Hidrogeológica para Modelación de la Cuenca del río Maule. DGA – GCF Ingenieros Consultores, 2010 17
3.9 Estudio del Mapa Hidrogeológico Nacional, Escalas 1:1.000.000 y 1:2.500.000. DGA-IPLA, 1986 18
3.10 Estudios y Proyectos de Agua Potable Rural en la VII Región. Varios Mandantes – AC Ing. Consultores, 1993-2005 18
3.11 Análisis Crítico Red de Medición de Niveles de Agua Subterránea: Región VII y VIII. DGA, 1987 19
3.12 Carta Hidrogeológica de Chile, Talca y Linares. Sernageomin, 1995 ... 19
3.13 Estudio de Diagnóstico para Emplazamiento de Microembalses, Región VII, CNR – Aquaterra, 2012 19
3.14 Diagnóstico Perfil Agroeconómico Mediante Estándares de Producción. CNR – MdeA, 2012 20
3.15 Consultoría DEP 001. Análisis Riego Zonas Costeras VI, VII, VIII y IX Regiones. Dirección de Riego, MOP – CEDEC, 1992 21
3.16 Estudio Integral de Riego de la Cuenca del Río Mataquito. CNR – CICA, 1978 21

ÍNDICE

Pág.

3.17 Consultoría OME-29 Embalses de Regulación Cuenca Río Mataquito, VII Región. DOH, MOP – Geotécnica Consultores, 1994 21
3.18 Estudio Integral de Riego Cuenca Río Maule. CNR – CEDEC, 1977 ... 22
3.19 Consultoría OME-50. Estudio de Prefactibilidad San Juan de Quirihue. DOH, MOP – CADE IDEPE, 1994 22
3.20 Consultoría OME-31. Sistema de Regadío y Drenaje de Curepto VII Región. DOH, MOP – R&Q Ingeniería Ltda., 1995 23
3.21 Propuesta de Modificación a Metodologías de Evaluación de Proyectos de Riego. CNR – GCF Ingenieros Consultores, 2004 23
3.22 Diagnóstico Actual del Riego y Drenaje en Chile y su Proyección. CNR – AC Ingenieros Consultores, 2003 23
3.23 Diagnóstico y Caracterización de los Problemas de Drenaje en Chile. CNR – GCF Ingenieros Consultores, 2009 24
3.24 Actualización del Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos Zona II Sur, Regiones V Sur a XII. DGA – AC Ingenieros Consultores, 2007 ... 24
3.25 VI y VII Censo Nacional Agropecuario. INE (1997 y 2007) 25
3.26 Ortofotos de Ciren Corfo y Rol Extracto Agrícola 25
3.27 Catastro Frutícola de la VII Región de Ciren Corfo 26
3.28 Directorio de Infraestructura y Agroindustria Frutícola VII Región CIREN-CORFO 26
3.29 Cálculo y Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile. CNR – CIREN CORFO, 1997 26
3.30 Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) 26
3.31 Agroindustrias y Ferias 27
3.32 Atlas Agroclimático y Atlas Bioclimático de Chile de la Universidad de Chile, 1990 y 2012 27
3.33 Publicaciones de FAO, Nº24 y Nº56 27
3.34 Otros Antecedentes 27
4 VISITA INICIAL A TERRENO 29
4.1 Mataquito: Área de Culenar, Sagrada Familia y Villa Prat 29
4.2 Mataquito: La Huerta - Peralillo 30
4.3 Mataquito: Rinconada Estero Eloísa Peralillo 32
4.4 Mataquito: Hualañé Licantén 33
4.5 Mataquito: Estero Los Cuervos 34
4.6 Vichuquén 36
4.7 Mataquito Costa 38
4.8 Huenchullamí: Norte 38
4.9 Huenchullamí: Macal 39
4.10 Huenchullamí Loma Limpia 41
4.11 Huenchullamí: Nueva Área 41
4.12 Río Huedque y San Juan: Coronel de Maule 43
4.13 Sur Río Curanipe: Chovellén 44
4.14 Sur Río Curanipe: Pelluhue 45

ÍNDICE

Pág.

4.15 Río Rahue: Lircay cerca de Chanco 47
4.16 Río Reloca 48
4.17 Empedrado 52
4.18 Río Purapel: Nirivilo 53
4.19 Río Purapel: Ranchillo – Requegua 55
4.20 Río Purapel: Sauzal 56
4.21 Estero Belco 57
4.22 Estero El Arenal 58
5 ESTUDIOS BÁSICOS 60
5.1 Introducción 60
5.2 Estudio Socioeconómico 60
5.2.1 Subcuenca Nº1: Costeras entre límite regional y río Mataquito 63
5.2.2 Subcuenca Nº2: Vichuquén 64
5.2.3 Subcuenca Nº3: Mataquito Costa 65
5.2.4 Subcuenca Nº4: Mataquito – Hualañé – Licantén 67
5.2.5 Subcuenca Nº5: Mataquito – Peralillo 68
5.2.6 Subcuenca Nº6: Curepto 69
5.2.7 Subcuenca Nº7: Huenchullamí 70
5.2.8 Subcuenca Nº8: Putú 71
5.2.9 Subcuenca Nº9: Constitución 72
5.2.10 Subcuenca Nº10: Maule – Las Vegas 73
5.2.11 Subcuenca Nº11: Maule - Curtiduría 75
5.2.12 Subcuenca Nº12: Pinotalca 76
5.2.13 Subcuenca Nº13: Purapel Alto 77
5.2.14 Subcuenca Nº14: Purapel Medio 78
5.2.15 Subcuenca Nº15: Purapel Bajo 79
5.2.16 Subcuenca Nº16: Empedrado 80
5.2.17 Subcuenca Nº17: Reloca 81
5.2.18 Subcuenca Nº18: Chanco 82
5.2.19 Subcuenca Nº19: Rahue 84
5.2.20 Subcuenca Nº20: Belco 85
5.2.21 Subcuenca Nº21: Cauquenes – Arenal 86
5.2.22 Subcuenca Nº22: Cauquenes – Las Garzas 87
5.2.23 Subcuenca Nº23: Cauquenes – Huedque 88
5.2.24 Subcuenca Nº24: Curanipe 89
5.2.25 Subcuenca Nº25: Costeras al Sur de Curanipe 90
5.2.26 Subcuenca Nº26: Vaquería 91
5.2.27 Resumen de Información Socioeconómica 93
5.3 Hidrología 103
5.3.1 Pluviometría 103
5.3.2 Fluviometría 125
5.3.3 Modelo Pluvial 128
5.3.4 Aforos 136

ÍNDICE

Pág.

5.4 Estudio Hidrogeológico ... 139
5.4.1 Geología ... 139
5.4.2 Hidrogeología ... 153
5.5 Uso Actual y Derechos de Aguas ... 183
5.5.1 Aguas Superficiales ... 183
5.5.2 Aguas Subterráneas ... 186
5.6 Estudio Agronómico ... 187
5.6.1 Clima y Agroclima ... 187
5.6.2 Suelos ... 238
5.7 Calidad de Aguas ... 278
5.7.1 Subcuenca Nº1: Costera entre Límite Regional y Río Mataquito ... 281
5.7.2 Subcuenca Nº2: Vichuquén ... 281
5.7.3 Subcuenca Nº3: Mataquito Costa ... 282
5.7.4 Subcuenca Nº4: Mataquito - Hualañé - Licantén ... 283
5.7.5 Subcuenca Nº5: Mataquito Peralillo ... 284
5.7.6 Subcuenca Nº6: Curepto ... 285
5.7.7 Subcuenca Nº7: Huenchullamí ... 285
5.7.8 Subcuenca Nº8: Putú ... 286
5.7.9 Subcuenca Nº9: Constitución ... 287
5.7.10 Subcuenca Nº11: Maule Curtiduría ... 288
5.7.11 Subcuenca Nº12: Pinotalca ... 288
5.7.12 Subcuenca Nº13: Purapel Alto ... 289
5.7.13 Subcuenca Nº14: Purapel Medio ... 290
5.7.14 Subcuenca Nº15: Purapel Bajo ... 290
5.7.15 Subcuenca Nº16: Empedrado ... 291
5.7.16 Subcuenca Nº17: Reloca ... 292
5.7.17 Subcuenca Nº18: Chanco ... 292
5.7.18 Subcuenca Nº19: Rahue ... 293
5.7.19 Subcuenca Nº20: Belco ... 294
5.7.20 Subcuenca Nº21: Cauquenes - Arenal ... 294
5.7.21 Subcuenca Nº22: Cauquenes – Las Garzas ... 295
5.7.22 Subcuenca Nº23: Cauquenes – Huedque ... 296
5.7.23 Subcuenca Nº24: Curanipe ... 297
5.7.24 Subcuenca Nº25: Costeras al Sur de Curanipe ... 298
5.7.25 Subcuenca Nº26: Vaquería ... 299
5.7.26 Comentarios a la Calidad de las Aguas ... 305
6 IDENTIFICACIÓN DE ZONAS POTENCIALES DE RECARGA Y MÉTODOS DE RECARGA ... 306
6.1 Subcuenca Nº1: Costeras entre límite regional y Río Mataquito ... 307
6.2 Subcuenca Nº 2: Vichuquén ... 307
6.3 Subcuenca Nº3: Mataquito Costa ... 308
6.4 Subcuenca Nº4: Mataquito – Hualañé – Licantén ... 309
6.5 Subcuenca Nº5: Mataquito – Peralillo ... 310

ÍNDICE

Pág.

6.6 Subcuenca Nº6: Curepto 311
6.7 Subcuenca Nº7: Huenchullamí 312
6.8 Subcuenca Nº8: Putú 313
6.9 Subcuenca Nº9: Constitución 314
6.10 Subcuenca Nº10: Maule Las Vegas 314
6.11 Subcuenca Nº11: Maule Curtiduría 314
6.12 Subcuenca Nº12: Pinotalca 315
6.13 Subcuenca Nº13: Purapel Alto 315
6.14 Subcuenca Nº14: Purapel Medio 316
6.15 Subcuenca Nº15: Purapel Bajo 316
6.16 Subcuenca Nº16: Empedrado 316
6.17 Subcuenca Nº17: Reloca 317
6.18 Subcuenca Nº18: Chanco 318
6.19 Subcuenca Nº19: Rahue 318
6.20 Subcuenca Nº20: Belco 319
6.21 Subcuenca Nº21: Cauquenes – Arenal 320
6.22 Subcuenca Nº22: Cauquenes – Las Garzas 320
6.23 Subcuenca Nº23: Cauquenes – Huedque 321
6.24 Subcuenca Nº24: Curanipe 322
6.25 Subcuenca Nº25: Costeras al Sur de Curanipe 322
6.26 Subcuenca Nº26: Vaquería 323
6.27 Sectores Propuestos 323
7 DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL DE LOS PROYECTOS 330
7.1 Subcuenca Mataquito Costa – Proyecto Los Cuervos 331
7.2 Subcuenca Mataquito Hualañé Licantén – Proyecto Pichilemu 332
7.3 Subcuenca Huenchullamí – Proyecto Huenchullamí 1 333
7.4 Subcuenca Huenchullamí – Proyecto Huenchullamí 2 334
7.5 Subcuenca Huenchullamí – Proyecto Huenchullamí 3 335
7.6 Cuenca Maule Curtiduría – Proyecto Los Maquis 336
7.7 Cuenca Maule Curtiduría – Proyecto El Valle 337
7.8 Cuenca Empedrado – Proyecto Estero Carrizo 338
7.9 Cuenca Reloca – Proyecto Reloca 339
7.10 Cuenca Chanco – Proyecto Chanco 340
7.11 Cuenca Rahue – Proyecto Rahue 341
7.12 Cuenca Purapel Medio – Proyecto Purapel Medio 342
7.13 Cuenca Purapel Bajo – Proyecto Purapel Bajo 343
7.14 Cuenca Belco – Proyecto Belco Alto 344
7.15 Cuenca Belco – Proyecto Belco Bajo 345
7.16 Cuenca Cauquenes – Arenal – Proyecto Arenal 346
7.17 Cuenca Cauquenes – Las Garzas – Proyecto Las Garzas 347
7.18 Cuenca Cauquenes – Huedque – Proyecto Coronel de Maule 348
7.19 Cuenca Curanipe – Proyecto Pelluhue 349
8 IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE AGUA PARA LA RECARGA 350

ÍNDICE

Pág.

8.1 Puntos donde se ubicarían las obras de Captación 350
8.2 Distribución Temporal de los Recursos o Variación Estacional de Caudales 355
8.3 Distribución Espacial de los Recursos - Alternativas de Trasvases 377
8.4 Disponibilidad Efectiva de Recursos para Recarga Artificial 382
9 DEFINICIÓN DE PERFILES 397
9.1 Antecedentes Generales para el Diseño a Nivel de Perfil de los Proyectos de Recarga 399
9.1.1 Topografía 399
9.1.2 Pruebas de Infiltración 399
9.1.3 Antecedentes previos al Diseño a Nivel de Perfil 403
9.2 Memorias de Cálculo de los Diseños de las Obras 409
9.2.1 Obra de Infiltración 409
9.2.2 Obras de Decantación 412
9.2.3 Obra de Conducción 413
9.2.4 Obras de Encauzamiento y Protección 416
9.2.5 Obras de Monitoreo 419
9.3 Planos Generales 420
9.4 Cubicaciones 421
10 EVALUACIÓN LEGAL 422
10.1 Aspectos Legales Asociados a la Recarga Artificial de Acuíferos 422
10.1.1 Disposiciones legales aplicables 422
10.1.2 Sugerencias o propuestas 449
10.1.3 Aspectos relacionados con el objetivo del proyecto de recarga ... 450
10.1.4 Sobre la naturaleza especial del derecho de aprovechamiento ... 452
10.2 Conclusiones del Focus Group 454
11 EVALUACIÓN AMBIENTAL 461
11.1 Descripción de las Obras 461
11.2 Línea de Base 467
11.2.1 Flora y Vegetación Terrestre 467
11.2.2 Fauna Terrestre 471
11.2.3 Flora y Fauna Acuática 482
11.2.4 Descripción de los potenciales impactos 484
11.2.5 Pertinencia y Forma de Ingreso al SEIA 487
11.3 Planes de Manejo 494
11.3.1 Proyecto Los Cuervos 496
11.3.2 Proyecto Huenchullamí 3 496
11.3.3 Proyecto Huenchullamí 2 497
11.3.4 Proyecto Huenchullamí 1 497
11.3.5 Proyecto El Valle 498
11.3.6 Proyecto Reloca 498
11.3.7 Proyecto Purapel 499
11.3.8 Proyecto Chanco 499

ÍNDICE

Pág.

11.3.9 Proyecto Rahue ... 500
11.3.10 Proyecto Pelluhue ... 500
11.3.11 Medidas de Prevención o Control Propuestas ... 500
11.4 Costos ... 503
11.4.1 Plan de rescate y relocalización de fauna terrestre. ... 503
11.4.2 Seguimiento de rescate y relocalización de fauna terrestre ... 504
11.4.3 Campaña complementaria flora y fauna acuática. ... 505
11.4.4 Plan de rescate y relocalización fauna acuática. ... 506
11.4.5 Plan de monitoreo y seguimiento de fauna acuática. ... 507
11.5 Requerimientos y Costos por Proyecto ... 507
11.6 Recomendaciones y Conclusiones ... 510
11.6.1 Recomendaciones ... 510
11.6.2 Conclusiones ... 512
12 ANÁLISIS DE COSTOS ... 514
13 EVALUACIÓN AGROECONÓMICA DE LOS PERFILES ... 529
13.1 Estudio de Suelos ... 529
13.1.1 Introducción ... 529
13.1.2 Clasificación interpretativa de los suelos ... 529
13.1.3 Suelos presentes en las áreas de estudio ... 531
13.1.4 Descripción de suelos ... 533
13.2 Análisis Situación Actual ... 540
13.2.1 Uso del Suelo ... 541
13.2.2 Infraestructura Intra y Extra Predial ... 557
13.2.3 Descripción de Mercados Relevantes ... 560
13.2.4 Determinación de Valores Económicos ... 617
13.3 Situación Actual Optimizada o Sin Proyecto ... 621
13.3.1 Criterios y Transferencia Tecnológica ... 621
13.3.2 Nueva Estructura Productiva ... 623
13.3.3 Flujos Agronómicos ... 623
13.4 Situación Futura o con Proyecto ... 633
13.4.1 Criterios y Transferencia Tecnológica ... 633
13.4.2 Nueva Estructura Productiva ... 636
13.4.3 Inversiones ... 640
13.4.4 Flujos Agronómicos ... 641
14 COSTOS Y BENEFICIOS DE LOS PROYECTOS ... 651
14.1 Costos de los Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos ... 653
14.1.1 Costo de los Terrenos donde se Emplazarán las Obras ... 653
14.1.2 Costo de Construcción de las Obras (incluye equipos de monitoreo y control) ... 654
14.1.3 Costo de Administración y Operación de las Obras ... 655
14.1.4 Costo de Manutención de las Obras y Equipos de Monitoreo y Control ... 656
14.1.5 Costo de Reposición de Equipos ... 657

ÍNDICE

Pág.

14.1.6 Costo de Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales 658
14.2 Beneficios de los Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos 660
15 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS PROYECTOS DE RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS 673
15.1 Análisis de Sensibilidad 699
16 COMENTARIOS SOBRE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS PROYECTOS 703
17 COMENTARIOS Y CONCLUSIONES 705
18 GLOSARIO 710

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Modelo para Relleno de Series Hidrológicas y Precipitaciones Medias Mensuales Rellenadas en Estaciones del Área.
ANEXO 2: Precipitaciones Medias Mensuales Generadas en Subcuencas del Área.
ANEXO 3: Caudales Medios Mensuales en Estaciones Fluviométricas del Área.
ANEXO 4: Modelo Pluvial.
ANEXO 5: Calibración del Modelo Pluvial.
ANEXO 6: Caudales Medios Mensuales Generados en Cuencas No Controladas.
ANEXO 7: Aforos.
ANEXO 8: Información del Catastro de Captaciones de Aguas Subterráneas del Estudio "Diagnóstico de los Recursos Hídricos en el Secano Interior y Costero VI a VIII Región". CNR – AC Ing., 2003.
ANEXO 9: Información del Catastro de Captaciones de Aguas Subterráneas del Estudio "Modelación Hidrogeológica del Río Cauquenes, región del Maule". DGA – GCF Ing., 2013.
ANEXO 10: Catastro de Captaciones en Sectores donde se Realizaron las Pruebas de Bombeo.
ANEXO 11: Información de Derechos de Aguas Superficiales en el Área.
ANEXO 12: Información de Derechos de Aguas Subterráneas en el Área.
ANEXO 13: Registros de Pruebas de Bombeo 2013.
ANEXO 14: Series de Caudales Medios Mensuales Generados en los Puntos de Captación Proyectados.
ANEXO 15: Registros e Interpretación de las Pruebas de Infiltración.
ANEXO 16: Fotografías de las Calicatas.
ANEXO 17: Tablas 1 y 2 del DS Nº46 de 2002 que Establece Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas.
ANEXO 18: Programa, Invitados y Registro Fotográfico del Focus Group.
ANEXO 19: Análisis Ambiental.
ANEXO 19.1: Flora y Vegetación Terrestre.
ANEXO 19.2: Fauna Terrestre.
ANEXO 19.3: Flora y Fauna Acuática.
ANEXO 19.4: Plan de Manejo Ambiental
ANEXO 20: Memorias de Cálculo, Cubicaciones y Precios Unitarios.
ANEXO 21: Fichas Agroeconómicas.
ANEXO 21a: Fichas Situación Actual.
ANEXO 21b: Fichas Situación sin Proyecto.
ANEXO 21c: Fichas Situación Futura.
ANEXO 22: Flujos de Márgenes Agrícolas, para Situaciones sin y con Proyecto, a Precios de Mercado y Sociales, por Proyecto.

ÍNDICE DE PLANOS

Lámina 1 Plano General Obras de Recarga de Acuífero, Sector Los Cuervos.
Lámina 2 Plano General Obras de Recarga de Acuífero, Sectores Huenchullamí 3 y Huenchullamí 2.
Lámina 3 Plano General Obras de Recarga de Acuífero, Sector Huenchullamí 1.
Lámina 4 Plano General Obras de Recarga de Acuífero, Sector El Valle.
Lámina 5 Plano General Obras de Recarga de Acuífero, Sector Reloca.
Lámina 6 Plano General Obras de Recarga de Acuífero, Sector Purapel.
Lámina 7 Plano General Obras de Recarga de Acuífero, Sectores Chanco y Rahue.
Lámina 8 Plano General Obras de Recarga de Acuífero, Sector Pelluhue.

1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene como objetivo principal evaluar a nivel de perfil diez proyectos de recarga artificial en la zona del secano costero de la Región del Maule (ver Figura 1-1), donde los recursos de agua son limitados, no obstante existir suelos adecuados en diversos sectores de esta área para el desarrollo agrícola, buscando suplir el interés de la población de las comunidades y localidades de este sector por desarrollar una agricultura de riego más segura que la que pueden mantener en estos momentos.

Para ello, se ha planteado que es necesario identificar zonas donde se podría realizar recarga artificial y fuentes de agua para ello, así como proponer proyectos a ser desarrollados a nivel de perfil, los que han sido evaluados económicamente.

El estudio fue dividido en siete etapas, que incluyeron cinco informes técnicos (etapas 1 a 5) más el Borrador de Informe Final (etapa 6) y la entrega del Informe Final Impreso y Resumen Ejecutivo (etapa 7).

Los contenidos de las etapas 1 a 5 fueron los siguientes:

Informe Nº1: “ANÁLISIS Y RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES”.

- Aspectos técnicos y métodos de recarga
- Recopilación y análisis de antecedentes
- Visitas a terreno

Informe Nº2: “IDENTIFICACIÓN DE ZONAS POTENCIALES DE RECARGA Y MÉTODOS DE RECARGA”.

- Caracterización de las cuencas
- Generación de Información Complementaria
- Identificación de zonas potenciales de recarga y métodos de recarga

Informe Nº3: “FUENTES DE AGUA PARA RECARGA”

- Evaluación de aportes al sistema hídrico
- Distribución espacial de aportes
- Distribución temporal de aportes
- Uso y demandas de aportes
- Cálculo de excedentes o de aportes no regulados
- Generación de series de volúmenes a infiltrar

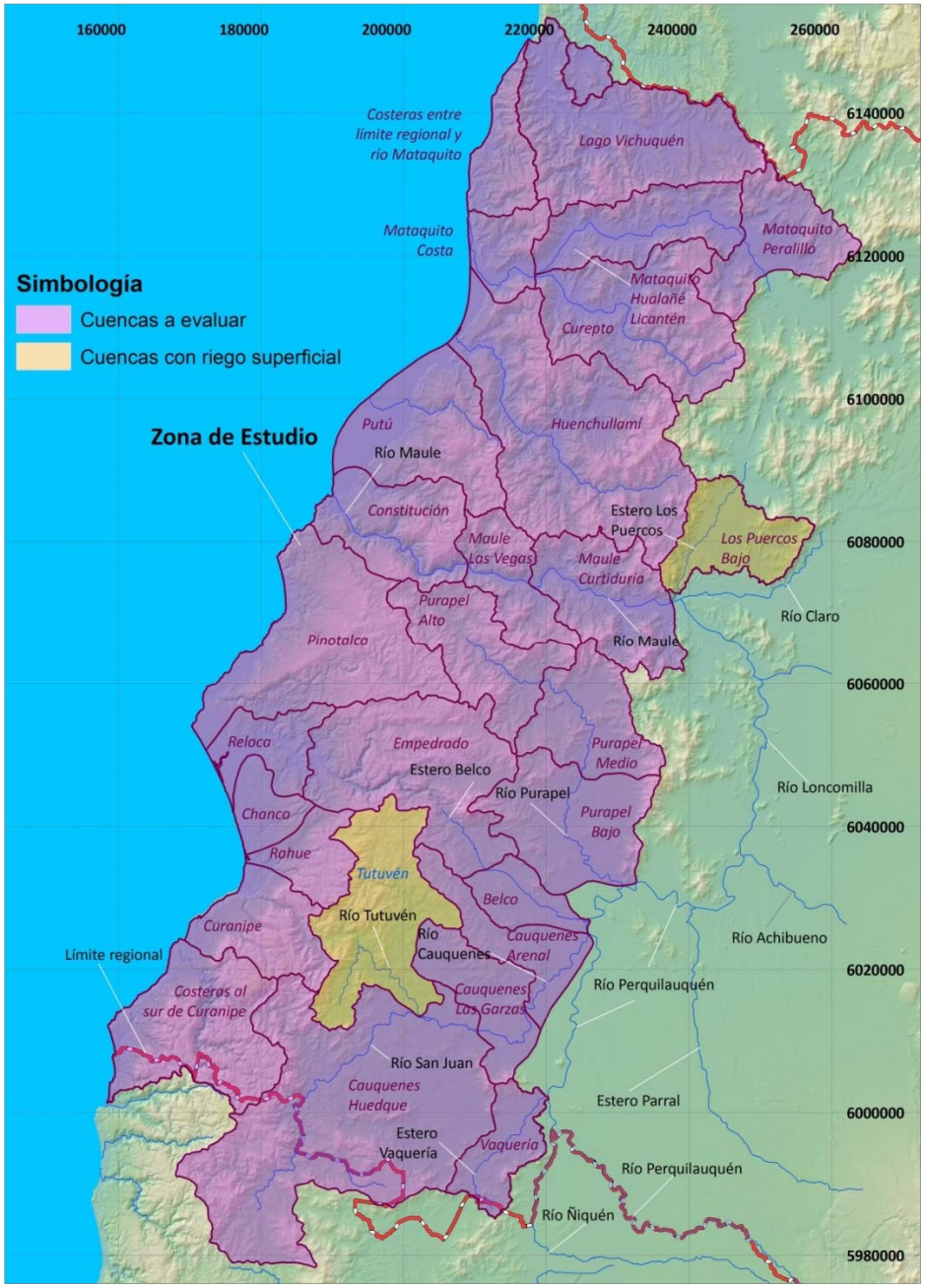
Informe Nº4: “DEFINICION Y EVALUACIÓN DE PERFILES DE PROYECTOS”

- Definición de Perfiles
- Evaluación Legal
- Evaluación Ambiental
- Análisis de Costos
- Evaluación Agroeconómica de los perfiles

Informe Nº5: “EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS PERFILES”

- Determinación de costos y beneficios
- Evaluación a precios sociales
- Evaluación a precios privados
- Determinación de VAN, TIR e IVAN

Figura 1-1
Cuencas Secano Costero Región del Maule



Fuente: Elaboración propia

2 ASPECTOS TÉCNICOS DE LA RECARGA ARTIFICIAL

2.1 Objetivos, Condiciones y Ventajas de la Recarga Artificial

La recarga artificial se entiende como cualquier acción antrópica que incremente la tasa de infiltración natural de agua en un acuífero, con el objeto de aprovechar la capacidad de regulación natural de éste para su aprovechamiento en un tiempo posterior o bien para reducir el nivel de sobreexplotación de largo plazo.

Los principales objetivos de la recarga artificial son:

- Almacenar agua superficial excedente en acuíferos, aprovechando su capacidad de almacenamiento para aumentar el volumen del recurso agua disponible, evitando de paso las pérdidas por evaporación.

- Trasvasar agua de un punto a otro, sin necesidad de obras de conducción, actuando el acuífero no sólo como elemento de acumulación, sino también como un medio de transporte para el agua.

- Crear barreras hidráulicas para:
  - Frenar el descenso regional del nivel de aguas subterráneas.
  - Frenar el avance de la intrusión marina.
  - Limitar la extensión del cono de drenaje producido por un drenaje minero u excavación subterránea.

- Actuar frente a problemas de subsidencia.

El desarrollo de obras de recarga artificial requiere de ciertas condiciones que favorecen o facilitan el proceso de infiltración y almacenado de las aguas en el acuífero. Aunque esas condiciones no serían limitantes, pueden condicionar de forma importante el objetivo de una obra de recarga.

Dichas condiciones se refieren a contar con suelos permeables que condicionan el método de recarga, con un acuífero suficientemente permeable para asegurar un proceso de infiltración eficiente hasta la napa y con una calidad del agua de recarga adecuada, tanto física (desprovista de sedimentos), como química (que no afecte la calidad natural del agua de la napa).

Algunas ventajas de la implementación de proyectos de recarga artificial son:

- Reducir el descenso del nivel del agua producido por sobre-bombeo o sobre-explotación, que genera los consiguientes problemas y sobrecostos derivados de abandono de pozos o re-profundización de los mismos.

- Utilizar el acuífero como embalse regulador natural, favoreciendo la reducción de pérdidas por evaporación, y facilitar a los usuarios la oportunidad de tener

una cierta independencia de las intermitencias del ciclo hidrológico, y una favorable repartición temporal de los recursos, aumentando el rendimiento y la regulación de los recursos del agua.

Otras ventajas son:

- Utilización del acuífero como red de distribución, lo que permite reducir o evitar la construcción o instalación de obras de conducción o distribución.

- Permitir compensación del efecto de pérdida de recarga natural producido por actividades antrópicas tales como modificación de cauces, urbanizaciones, drenajes, etc.

- Evitar que aguas de inferior calidad existentes en el acuífero se desplacen hacia las captaciones de buena calidad.

- Establecer una barrera hidráulica para controlar o “encapsular” focos de contaminación.

- Evacuación y depuración de aguas residuales tratadas, en la medida que las normativas y disposiciones legales vigentes lo permitan, a través de su infiltración en el terreno.

- Control de intrusión salina en zonas costeras.

En términos generales los estudios básicos y el proyecto mismo de recarga requieren abordar aspectos tales como: usos y demandas, caracterización hidrológica, climatológica e hidroquímica; caracterización hidrogeológica, modelación numérica del sistema hidrogeológico (simulación para diseño, operación y gestión), desarrollo de estudios hidrogeológicos de detalle; levantamiento de información de terreno; idealmente la construcción de una instalación piloto y su seguimiento y control.

Lo anterior permite disponer de un conocimiento básico para la evaluación de la obra de recarga e identificar de forma adecuada los factores que condicionan su realización. Dichos factores corresponden a: i) características del agua de recarga; ii) características del acuífero receptor; iii) condiciones meteorológicas y ambientales del entorno, y iv) características de la instalación y método de recarga.

2.2 Métodos o Dispositivos de Recarga

Existen diversos tipos de métodos o dispositivos desarrollados para incrementar la recarga hacia los acuíferos, algunos de ellos de carácter ancestral utilizados en la época precolombina, como terrazas de riego y canales o zanjas interceptoras, cuyos fundamentos se siguen aplicando en la actualidad.

Los dispositivos u obras de recarga se pueden clasificar en dos grandes grupos: superficiales y profundos. Las primeras buscan infiltrar el agua desde la superficie, ya sea en el cauce natural o fuera de éste, en contraposición con las segundas que buscan infiltrar el agua en profundidad, directamente en la napa subterránea.

En el primer caso la recarga aplica sólo a acuíferos libres, por cuanto en acuíferos confinados la capa confinante impide el ingreso de las aguas de recarga inducida por esta vía. En el caso de los métodos subterráneos este condicionamiento no existe.

2.2.1 Dispositivos Superficiales

a) Ubicados dentro del cauce

Los tipos de instalaciones de recarga superficial en cauces, son los siguientes:

- *Serpenteos y barreras o diques:*
  Se basan en aumentar el tiempo de permanencia del agua en el cauce y la superficie de contacto de ésta con el terreno, mediante la construcción de diques, espigones, o barreras transversales al cauce, que obligan a que el agua permanezca mayor tiempo incrementando la infiltración natural del río.

- *Escarificación del lecho del cauce:*
  Busca mejorar las condiciones de infiltración a través de la limpieza, rascado o arado del lecho del cauce, a objeto de remover el asentamiento o depositación de materiales finos y permitir una mayor infiltración.

- *Zanjas filtrantes en cauces:*
  Consiste en zanjas excavadas dentro del lecho del cauce y perpendicularmente al sentido del flujo, poco profundas, que se rellenan con material granular para facilitar la infiltración, el que va aumentando su granulometría en profundidad para un mejor control de la colmatación. Si va seguido de barreras inmediatamente aguas abajo se favorece la infiltración.

  Es importante el análisis de la variabilidad de los flujos y la torrencialidad del cauce para los fines de la estabilidad de la obra. Dependiendo de esta condición puede tratarse de obras que requieran rehacerse, cuya construcción debe considerar entonces barreras fusibles durante crecidas.

- *Barreras en cauces:*
  Son muros de pequeño tamaño, que permiten aumentar el tiempo de retención del flujo de agua, especialmente en épocas de lluvia. Puede haber de carácter permanente o provisorio, siendo estas últimas más sencillas y económicas.

En este caso se puede distinguir las barreras impermeables de las permeables en que cada una aplica según las condiciones del cauce en términos de la variabilidad o asimetría de los caudales, su torrencialidad, capacidad de arrastre y proporción de finos respecto de fracción gruesa.

En general aplica a cauces ubicados en zonas áridas, semiáridas y de transición. En particular en cauces menores, como los de la zona de secano costero de nuestro país serían recomendables ya que no implican obras de gran tamaño. Como efecto adicional permiten el amortiguamiento de las crecidas, siempre que en su diseño se tenga la precaución de evitar la falla muy frecuente de la obra ante tormentas intensas.

b) Ubicados fuera del cauce

El fundamento de estos sistemas es ampliar el área de recarga buscando una superficie de terreno propicia para la infiltración directa a un acuífero libre. Las principales obras de recarga desde superficie fuera de los cauces son:

- *Zanjas, acequias o canales:*
  Corresponden a obras lineales de conducción de agua, de poca profundidad, que siguen la topografía del terreno (curvas de nivel) y cumplen la función de interceptar el flujo superficial producido por la precipitación; la infiltración se produce por el fondo y por las paredes de la canalización

- *Balsas, lagunas o piscinas de infiltración:*
  Corresponde a obras de tierra y de geometría rectangular y poca profundidad, destinadas a almacenar agua para infiltración; la profundidad del agua es relevante para producir un proceso de infiltración eficiente por el fondo. Suelen construirse en grupo, en serie o en paralelo.

- *Superficies de recarga:*
  Se trata de esparcir agua por la superficie del terreno, usualmente por tendido o aspersión; en este último caso se oxigena el agua, creando un ambiente que mejora la calidad bacteriológica del agua.

  Un caso particular corresponde a los denominados “campos de extensión o inundación”, que son campos de labor agrícola sobre los que se aplican elevadas dotaciones de forma intencional, de modo de aprovechar la superficie existente para infiltración; esta técnica es posible en situaciones de excedencia hídrica, lo que no es lo que ocurre en nuestro país.

- *Filtración interdunar:*
  Este método es aplicable a valles costeros en que predominan dunas de arena que puedan ser inundadas con agua de los ríos para que infiltren a través de las arenas hasta la napa subterránea. Esta recarga puede servir para mejorar

la calidad del agua subterránea y para evitar la intrusión salina, además de aumentar la disponibilidad de agua para su uso.

2.2.2 Dispositivos Profundos

Su propósito recargar el acuífero con agua en forma directa, a través de pozos o sondajes profundos. Aplica tanto a acuíferos libres como a confinados.

Las principales obras de recarga profunda son:

- *Pozos de inyección:*
  La inyección se realiza a través de pozos o sondajes profundos, por gravedad o mediante presión, en cuyo caso el agua se inyecta a una profundidad por debajo del nivel piezométrico de la napa subterránea. Al inyectar se debe cuidar de evitar turbulencias y desprendimiento de CO_2, que podrían ocasionar la formación de incrustaciones calcáreas en los filtros de gravilla del pozo.

- *Galerías filtrantes:*
  Corresponde a socavones o túneles filtrantes. El principio es similar al de los pozos de inyección pero en dirección horizontal y puede aplicarse en zonas donde abunde el agua pero que los suelos superficiales son poco permeables; se utilizan zanjas o canales que conducen el flujo a las galerías de infiltración.

- *Pozos con galerías:*
  Considera dos componentes; una perforación vertical, desde cuyo fondo se desarrollan galerías o pozos horizontales, donde se produce la infiltración al acuífero. En suma, el pozo conduce el agua que filtra desde la galería filtrante.

- *Filtración en el lecho de los ríos:*
  Consiste en producir infiltración en el lecho del río induciendo un gradiente por bombeo desde un pozo cercano. Al igual que en otros casos, el inconveniente principal es la generación de procesos de colmatación en el lecho.

2.3 Consideraciones sobre Alternativas de Recarga

Al comparar la conveniencia de uno u otro método, deben tenerse en cuenta las ventajas e inconvenientes de cada uno. Al comparar los sistemas de recarga superficial frente a los profundos, pueden destacarse los siguientes aspectos:

- Las obras de recarga superficial suelen requerir mayor espacio que las de recarga profunda.

- Las obras de recarga superficial deben emplazarse sobre terrenos permeables, que permitan conectar libremente con el acuífero.

- Los canales, balsas, pozas, cauces y áreas inundadas para recarga superficial, pueden favorecer la presencia de mosquitos y otros insectos u animales que acudan a beber.

- Las instalaciones de recarga deben ser protegidas, mediante cercos.

- Las obras de recarga superficial suelen requerir un acondicionamiento previo.

- Los caudales de recarga superficial suelen ser superiores a los obtenidos en obras profundas, pero también lo son las pérdidas por evaporación.

- Las exigencias sobre la calidad del agua de recarga son muy superiores en las obras profundas, al ser más complejas las operaciones de limpieza y control.

- Los problemas de colmatación plantean dificultades en ambos tipos de obra.

En particular, para los sistemas de recarga superficial cabe mencionar algunos factores adicionales a tener en cuenta al momento de su evaluación:

- Debido a la escasa disponibilidad de terreno puede resultar muy difícil, sino imposible, establecer estos sistemas en una zona poblada o muy cultivada. Estos proyectos requieren de amplios espacios con terrenos de bajo costo.

- Las instalaciones requieren de estructuras adicionales (cercos, vallas, caminos de servicio, pasos elevados). Su ubicación en terrenos rurales conlleva la necesidad de espacio suficiente para el tránsito de maquinaria agrícola.

- Puede ser necesario realizar expropiaciones previas, acondicionar el terreno, realizar nivelaciones, desmontes y terraplenes, compactación de tierras, retirar coberturas poco permeables o arcillosas superficiales, retirar vegetación.

- Hay impactos por el transporte de materiales, movimiento de maquinaria pesada, acopio de materiales y vertido de desechos, bien sean temporales (incluidos los ruidos, polvo atmosférico y gases por combustión de maquinaria en los movimientos de tierra), o permanentes en la fase de explotación.

- En caso de ser necesario un pre-tratamiento del agua previo al filtrado, la instalación de plantas de este tipo requieren de espacio y la necesidad de tendidos eléctricos para su funcionamiento.

3 RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

En el presente estudio se efectuó una recopilación de los antecedentes disponibles que tienen relación con los diferentes aspectos que se deberán tratar en él, tales como generalidades sobre la recarga artificial en Chile y otros países, la existencia y potencialidad de los recursos del área del proyecto, características de la actividad agropecuaria actual y perspectivas de desarrollo a futuro, entre otras.

La recopilación de antecedentes se logró a través de la revisión de información bibliográfica y visitas a terreno. La información bibliográfica se obtuvo de la revisión de publicaciones de las siguientes instituciones: Comisión Nacional de Riego (CNR), Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Dirección General de Aguas (DGA), Ciren-Corfo y ODEPA, entre otros.

Se efectuó un recorrido en terreno con el propósito de recopilar antecedentes y de interiorizarse de la realidad actual que presentan las áreas de estudio.

Una vez recopilada la información existente respecto del área de estudio, ésta fue analizada en forma crítica, con el objeto de poder calificar el uso que se le dará durante el desarrollo del mismo y determinar con precisión aquellos antecedentes que se requiere actualizar, complementar y en ciertos casos generar.

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

3.1 Mejoramiento de Agua Subterránea para Riego Ligua y Petorca. CNR – GCF Ingenieros Ltda., 2012

Este trabajo tuvo como objetivo general analizar alternativas de proyectos de recarga artificial y desarrollar, a nivel de prefactibilidad, las obras correspondientes a esos proyectos, para su uso en riego, usando en forma racional el recurso superficial y subterráneo de agua en las cuencas de los ríos Ligua y Petorca.

En ese marco, se complementaron estudios hidrogeológicos anteriores de estas cuencas, se definieron zonas favorables la implementación de proyectos de recarga artificial modelándose el sistema de aguas subterráneas para conocer la respuesta que se obtendría de la napas, se determinó la calidad de las aguas y, luego de desarrollar el diseño de las obras de recarga, se evaluaron económicamente los proyectos.

Se determinó que la recarga superficial a través de pozas o piscinas es el método que mejor se adapta a las condiciones de las cuencas de Ligua y Petorca. En efecto, entre los tipos de obras éstas aparecen como las más recomendables para las condiciones de magnitud y oportunidad en que se dispondrá de caudales para recargar la napa en el área estudiada.

Se seleccionó inicialmente 19 sitios favorables para recarga (12 en La Ligua y 7 en Petorca), de los que finalmente quedaron solo 4 (2 en La Ligua y 2 en Petorca).

Mediante la modelación del sistema, se pudo establecer magnitudes de los caudales medios mensuales que estarían disponibles más allá de las demandas efectivas, para ser utilizados en las obras de recarga. Se determinó los caudales disponibles para probabilidades de excedencia 85% (para cultivos permanentes) y 50% (para chacras y hortalizas año por medio), resultando que en el río Ligua habría mayor disponibilidad que en Petorca, entre Junio y Septiembre, de algunos cientos de l/s.

Los costos de los proyectos resultaron de entre 635 y 845 millones de pesos, con TIR entre 14% y 27%.

Se esbozó un programa para la instalación de equipos de medición de caudal en los pozos cercanos a las obras de infiltración, para controlar los caudales de extracción atribuibles a la recarga, junto con el control de niveles freáticos aguas abajo de las obras, de volúmenes en las piscinas y de la precipitación y evaporación en cada sector con obras de recarga.

Se estima que este es el estudio que mayor utilidad tendrá para el desarrollo del presente trabajo, ya que gracias a que ambas cuencas fueron analizadas en detalle, se pudo lograr un buen conocimiento de las posibilidades de recarga artificial en distintas áreas con condiciones hidrológicas, hidrogeológicas y agrícolas diferentes. Del mismo modo, los análisis de los tipos de proyectos, tanto técnicos como legales, serán igualmente aprovechados en este caso.

3.2 Estudio Diagnóstico de Zonas Potenciales de Recarga de Acuíferos en las Regiones de Arica y Parinacota a la Región del Maule. CNR – GCF Ingenieros Ltda., 2013

En esta consultoría se planteó como objetivo la determinación de zonas potenciales para aplicar recarga artificial de acuíferos, en las principales cuencas ubicadas entre las regiones de Arica y Parinacota y Maule.

Para ello fue necesario efectuar una caracterización hidrológica e hidrogeológica de las cuencas, determinar las zonas potenciales de recarga, validar los resultados de estos análisis en terreno y generar perfiles de proyectos y de costos de proyectos que fueran identificados y seleccionados dentro de los que originalmente se hubieran planteado. Toda la información recabada y generada se incorporó a una plataforma que fue implementada especialmente.

De los análisis realizados para 14 cuencas principales de la zona comprometida con el estudio y tomando en consideración las características hidrogeológicas de ellas, se subdividieron con el objetivo de priorizar sectores aptos para recarga artificial.

Esto dio como resultado un total de 38 subcuencas que fueron estudiadas en mayor detalle.

Para establecer la importancia relativa de cada sector, se determinó un índice de recarga compuesto, que consideró tres variables: profundidad de la napa, coeficiente de permeabilidad y superficie del relleno o área de la subcuenca acuífera. Los resultados de esa evaluación para los 10 primeros sectores son los consignados a continuación, definiéndose con ello las áreas prioritarias para la implementación de proyectos de recarga artificial.

Tabla 3.2-1
Índice de Recarga Compuesto, por Cuenca o Sector

N°	Cuenca o Sector	Índice
1	Putaendo - Quebrada Seca	100,00
2	Aconcagua hasta San Felipe	66,43
3	Mapocho y subcuenca norte del Maipo	54,41
4	Chacabuco - Polpaico	32,52
5	Pan de Azúcar aguas abajo de El Peñón	31,46
6	Maipo hasta confluencia con Mapocho (subcuenca sur)	30,01
7	Cachapoal	28,75
8	Copiapó aguas arriba de Tierra Amarilla	25,13
9	Lampa - Colina	24,55
10	Claro	20,72

Fuente: Estudio citado en Capítulo 3.2

La selección de sectores para desarrollar perfiles de proyectos, excluyó algunos de ellos atendiendo a razones especiales, no obstante aparecer como prioritarios en el ranking realizado. En efecto, Putaendo - Quebrada Seca corresponde a un sector que dispone de pocos sondajes, con una napa muy profunda, de modo que para la recarga y extracción posterior, se requeriría de sondajes de 130 m a 150 m, de muy alto costo. A su vez, el sector Aconcagua hasta San Felipe ya está siendo analizado en un estudio semejante, con un proyecto piloto que se implementará, en ejecución por parte de la DOH.

Es así como los 3 sectores seleccionados correspondieron a las subcuencas entre el río Mapocho y el río Maipo, Chacabuco Polpaico (Región Metropolitana) y Pan de Azúcar aguas abajo de El Peñón, al sur de La Serena. En todos estos casos la recarga debe consistir en pozos profundos de infiltración, aprovechando que los niveles de napa están deprimidos y los acuíferos poseen valores de permeabilidad altos.

La utilidad de este trabajo, para los efectos de la presente consultoría, estará en que las áreas estudiadas eran muy diferentes y, a pesar de ello, pudo llegarse a establecer prioridades de proyectos a partir de un buen conocimiento hidrológico e

hidrogeológico de las subcuencas que quedó establecido con los índices de recarga compuestos, que ayudaron a la selección de los proyectos. El otro punto de interés fue que en este trabajo, las soluciones van por el lado de los pozos profundos de infiltración, mientras que en el anterior revisado se trata de piscinas o pozas de infiltración.

3.3 Recarga Artificial de Acuíferos en Cuencas Fluviales: Aspectos Cualitativos y Medioambientales. Criterios Técnicos Derivados de la Experiencia en la Cubeta de Santiuste (Segovia). Memoria de Enrique Fernández para optar al grado de Doctor, 2004

Este es un trabajo de investigación que pretende valorar el grado de conocimiento de la técnica de la recarga artificial de acuíferos en la sociedad española, y aportar lo más posible para que esta técnica, todavía alternativa, especial y poco conocida, comience a formar parte de la idiosincrasia española.

Para ello se analizaron diferentes aspectos de la recarga artificial de acuíferos, en especial hidrogeológicos, cualitativos y medioambientales, que confluyen a que la recarga artificial, a pesar de ser una técnica relativamente nueva, se perfila como una de las alternativas hídricas de vanguardia con gran futuro y que cabe esperar que vaya logrando cada vez mayor peso en la sociedad española.

Entre otras cuestiones, se analizan las ventajas e inconvenientes de aplicar la recarga artificial superficial en cuencas fluviales, bien sea mediante acequias, canales, embalses, inyección de pozos, riego o recarga estimulada.

Se analiza, además, su empleo como herramienta de gestión, así como la evolución cualitativa de las aguas subterráneas tras operaciones de recarga artificial, con objeto y dentro del contexto de caminar hacia *el "Buen Estado De Las Aguas*" antes del año 2015, plazo fijado para alcanzar tal fin en los Estados europeos; y por último, la idoneidad de esta técnica para ser empleada en la recuperación de humedales hidrodependientes.

El estudio se apoyó en las experiencias obtenidas en un "laboratorio natural" que es donde se han iniciado las primeras experiencias de recarga artificial de cierta envergadura de España: la Cubeta de Santiuste de San Juan Bautista en Segovia, acuífero de Los Arenales.

Se realizaron estudios concretos y se obtuvo conclusiones que permiten extrapolar las experiencias a escenarios análogos como los que podrían presentarse en nuestro país, lo que representa su utilidad para el presente trabajo.

3.4 La Gestión de la Recarga Artificial de Acuíferos en el Marco del Desarrollo Sostenible. Desarrollo Tecnológico. DINA-MAR, UNESCO - MAR Working Group, 2010

El trabajo contiene en primer lugar una reseña del estado del arte de la recarga artificial en los proyectos en curso en España. A continuación el informe analiza los diferentes métodos que son empleados en el mundo para realizar la recarga artificial de acuíferos. Sigue con una revisión de lo que sería aconsejable para proyectos de recarga artificial en el caso de cabeceras de cuencas y sectores con desarrollo forestal intenso.

Se destina un capítulo completo para analizar los efectos que un proyecto de recarga artificial, según el método y la infraestructura construida, puede ocasionar al medio ambiente, para concluir que en general son poco agresivos, salvo los que requieren de grandes movimientos de tierra.

Del mismo modo se agrega un capítulo en que se muestran los proyectos y su entorno en un Sistema de Información Geográfico (SIG), señalándose las formas en que éste se construye.

Se presentan en la última parte del trabajo información de las mediciones y análisis de la información recabada en los proyectos en curso, para finalmente establecer las conclusiones.

La utilidad de este trabajo es que incluye un gran número de ejemplos de proyectos de recarga artificial en España que servirán para definir opciones a los casos que resulten en este estudio.

3.5 Estudio Hidrogeológico del Secano Interior y Costero Regiones VI, VII y VIII. IICA – GCF Ingenieros Consultores, 2002

Este estudio fue impulsado por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), a través del Programa de Desarrollo Rural de Comunidades Campesinas y Pequeños Productores Agrícolas (PRODECOP-Secano) y tuvo como objetivo promover sistemas de producción sustentables que permitan la generación de ingresos en el corto y mediano plazo, para lo cual se hace necesaria la incorporación del riego en los predios de pequeños agricultores.

La habilitación de sistemas de riego y la planificación de sistemas productivos requiere de fuentes hídricas de caudal suficiente y sustentable para abastecer superficies económicamente rentables. De acuerdo con ello se realizó el estudio, orientado a obtener el conocimiento hidrogeológico de las principales cuencas ubicadas en el secano interior y costero de las Regiones VI, VII y VIII.

Las soluciones agrícolas se orientaron a predios de una superficie menor a 12 hectáreas de riego básico.

Para la consecución de los objetivos de INDAP, el estudio fue desarrollado en dos etapas, siendo la primera una revisión crítica de toda la información que se disponía para un total de 40 cuencas, especificadas inicialmente por INDAP. En esta etapa, se seleccionaron 15 cuencas con la condición 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. Para esto último también se consideró el interés regional manifestado por las instituciones relacionadas.

En el caso de la VII Región las cuencas elegidas fueron 5 y correspondieron a Mataquito aguas abajo de La Huerta, Curepto, Huenchullamí, Cauquenes Belco, San Juan Huedque y Chanco.

La segunda etapa contempló estudios hidrológicos, geológicos, hidrogeológicos y agronómicos de detalle en las cuencas seleccionadas, proponiéndose soluciones específicas para la ejecución de captaciones en cada caso.

El estudio resultó ser la base del proyecto realizado posteriormente con la Comisión Nacional de Riego, denominado Estudio de Diagnóstico de Recursos Hídricos del Secano Interior y Costero Regiones VI, VII y VIII.

Este estudio, a diferencia del efectuado después por la Comisión Nacional de Riego, incorporó una menor área de estudio, quedando sin descripción los siguientes sectores que están incluidos en el presente trabajo:

- Cuencas costeras entre límite regional y Mataquito.
- Lago Vichuquén.
- Estero Los Puercos.
- Putú.
- Constitución.
- Maule Las Vegas.
- Maule Curtiduría.
- Pinotalca.
- Purapel Bajo, Medio y Alto.
- Reloca.
- Empedrado.
- Tutuvén.
- Curanipe.
- Cuencas costeras al sur de Curanipe.

En los aspectos agroeconómicos, el trabajo realizado en este estudio pone énfasis en aspectos relativos a las condiciones agroclimáticas, de suelos y de potencialidad productiva de cada cuenca. Además, entrega antecedentes referidos a caminos de

acceso y potenciales centros de consumo o venta de la producción que se pudiera obtener de futuros proyectos de riego en la zona.

La información contenida en este informe será de gran relevancia para la caracterización general de las cuencas del secano costero e interior del presente estudio, que fueron seleccionadas en ese trabajo.

3.6 Diagnóstico de Recursos Hídricos en Secano Interior y Costero VI a VIII Regiones. CNR – AC Ingenieros Consultores, 2003

En este trabajo se plantea la elaboración de propuestas de captación de aguas superficiales y subterráneas para su aprovechamiento en riego como obras menores, a fin de lograr el desarrollo de los sectores del secano.

Como objetivos específicos del estudio se planteó: recopilar, sistematizar y complementar la información de recursos básicos y de características socio-económicas de los agricultores del Secano en el área de estudio, tales como agua, clima, suelo y caracterizar los estratos y actores que manejan estos recursos, generar información y mapas digitalizados para toda esta área del Secano, e identificar y desarrollar 9 proyectos piloto, para que pudieran postular a los beneficios de la Ley Nº18.450, de Fomento a la Inversión en Riego.

En este proyecto se describió casi la totalidad de las áreas del secano costero e interior de la VII Región, que forman parte del área de la presente consultoría, con excepción de las siguientes:

- Cuencas costeras entre límite regional y Mataquito.
- Lago Vichuquén.
- Estero Los Puercos.
- Chanco.
- Cuencas costeras al sur de Curanipe.

Los sectores donde se realizaron estudios básicos, fueron aquéllos en que podría existir interés de desarrollar algún proyecto específico. En tal sentido, para la definición del área de estudios básicos, se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- Potencialidad de aguas superficiales.
- Potencialidad de aguas subterráneas.
- Existencia de suelos aprovechables.
- Existencia de proyectos.

Cabe mencionar que gran parte de la zona de estudio podría tener una cierta potencialidad de aguas superficiales reguladas, puesto que, en general, llueve lo suficiente como para acumular aguas invernales. Según ello, se aplicaron criterios

técnicos y sociales a los 21 proyectos analizados en esta Región los que se señalan a continuación.

Criterios Técnicos utilizados:

a) Disponibilidad de aguas superficiales (para embalsar) y de agua subterránea (explotación factible).
b) Capacidad de uso del suelo y características agroclimáticas del sector.
c) Superficie beneficiada y/o indicador económico por hectárea.
d) Riego gravitacional antes que elevaciones mecánicas.
e) Tamaño del proyecto compatible con la Ley 18.450, (completo o etapas).
f) Existencia de proyectos alternativos de desarrollo en otros rubros (turísticos, forestación, etc.).
g) Simplicidad de las soluciones en cuanto a operación y mantenimiento.

Criterios Sociales y Generales contemplados:

h) Capacidad de gestión empresarial, de organización y de adaptación para aplicar nuevas tecnologías.
i) Situación de tenencia de la tierra (propiedad, títulos al día, etc.).
j) Número de beneficiarios y situación socio-económica de ellos (elegibilidad de ellos por parte de INDAP).
k) Niveles de Pobreza de las Comunas correspondientes.
l) Posibilidad que los proyectos pudieran ser impulsados por el sector público.

Se asignó puntajes a cada proyecto para definir 3 de ellos que finalmente fueron desarrollados para postular a los concursos de la Ley de Fomento 18.450. Los índices del Valor Actualizado Neto (VAN) de estos proyectos resultaron positivos y las Tasas Internas de Retorno (TIR) sobre el 16%.

Tabla 3.6-1
Proyectos Desarrollados para Postularlos a la Ley Nº18.450

PROYECTO	COMUNA
Curanilahue: Bocatoma en río y tubería de riego	Pelluhue
Rahue: Bocatoma en río y canal de riego	Chanco
Lircay: Bocatoma en río y canal de riego	Chanco

Fuente: Estudio citado en Capítulo 3.6

Cabe indicar que en lo agronómico en este estudio se efectuó una completa caracterización de cada área, la cual incluye aspectos tales como número de predios, uso del suelo, riego, mercados, comercialización, potencial productivo, aspectos de calidad de suelos y clima.

La información contenida en este informe será de gran relevancia para la caracterización general de las cuencas del secano costero e interior del presente estudio.

3.7 Exploración de los Recursos Hídricos Subterráneos VII Región. DGA-AC Ingenieros Consultores, 1999

Este trabajo tuvo como objetivo central estudiar la situación actual de disponibilidad y demanda de recursos subterráneos en la VII Región. Se trabajó en 2 áreas, con objetivos diferentes para cada una de ellas.

Área general; cuencas de los ríos Maule y Mataquito con una elaboración de un catastro general de pozos, actualización de la demanda y replanteo del balance hídrico por sectores contenidos en los estudios integrales efectuados para la CNR.

Área específica; subcuenca río Cauquenes hasta la desembocadura en el río Perquilauquén; cuencas del estero Chanco, estero Pelluhue, río Curanipe, y estero Chovellén.

En estas áreas se evaluó el nivel de uso del recurso subterráneo, se determinaron los volúmenes de almacenamiento, se describieron los procesos de recarga al sistema, se cuantificaron los parámetros elásticos de los acuíferos, y se estimaron los recursos subterráneos susceptibles de ser utilizados.

En cuanto a la utilidad que tendrá este trabajo, se aprovechará la información del catastro general de captaciones y lo relativo al análisis de derechos de aguas subterráneas, además de las evaluaciones hidrogeológicas en las cuencas incluidas en el presente trabajo.

3.8 Levantamiento de Información Hidrogeológica para Modelación de la Cuenca del río Maule. DGA – GCF Ingenieros Consultores, 2010

En este estudio se efectuó un levantamiento de información hidrogeológica de la cuenca del río Maule, incluida la del río cauquenes del secano de la VII Región, con el que se estableció un modelo conceptual de la cuenca completa, junto con una red de estaciones de monitoreo que permita recopilar información en el tiempo para realizar el balance subterráneo de la misma.

La información hidrogeológica recabada permitió resaltar la riqueza de los acuíferos del relleno principal del río Maule, siendo una excepción a esto justamente las cuencas de los ríos Cauquenes y Purapel que están incluidas en el presente trabajo.

Se destaca el particular interés en analizar de manera más detallada lo que ocurre en el sector donde los cauces superficiales escurren adyacentes a la cordillera de

la Costa, donde se observan importantes recuperaciones o afloramientos que significan un aporte relevante al escurrimiento superficial del río Maule principalmente y que por lo tanto, generan un menor flujo subterráneo en estos sectores y, consecuentemente, menores posibilidades para que proyectos de recarga artificial de acuíferos sean exitosos.

En esto último está entonces la relevancia y utilidad de este trabajo a los fines del presente estudio.

3.9 Estudio del Mapa Hidrogeológico Nacional, Escalas 1:1.000.000 y 1:2.500.000. DGA-IPLA, 1986

El objetivo de este trabajo fue la elaboración de mapas hidrogeológicos nacionales escalas 1:1.000.000 y 1:2.500.000, que sintetizan la información existente sobre recursos hídricos subterráneos en Chile. A través de dichos mapas se pretendió entregar una visión global y resumida, acerca de la existencia y ubicación de fuentes de recursos hídricos subterráneos, como asimismo algunas de sus características más relevantes. El informe incluye, entre otros:

- Nómina de estudios hidrogeológicos existentes.
- Criterios específicos utilizados para la representación de la información de los mapas.
- Descripción general de los principales acuíferos.
- Niveles de aguas subterráneas y sus fluctuaciones.
- Propiedades hidráulicas de los acuíferos.

Aunque es de carácter muy general, en los sectores con déficit de información puede usarse como referencia y su utilidad se relaciona con la caracterización hidrogeológica general de los acuíferos.

3.10 Estudios y Proyectos de Agua Potable Rural en la VII Región. Varios Mandantes – AC Ing. Consultores, 1993-2005

Se han agrupado en este punto, un conjunto de estudios de Agua Potable Rural que han tenido como principal objetivo encontrar una fuente de agua, superficial o subterránea, para el abastecimiento de agua potable de la localidad correspondiente; en algunos casos se incluye el diseño de la fuente.

Serán de utilidad a modo referencial para este trabajo pues entre los antecedentes que incluyen se tiene: hidrología (precipitaciones y fluviometría), hidrogeología (formaciones acuíferas, catastro de pozos, determinación de transmisibilidades, derechos de agua subterránea, etc.) y geología.

3.11 Análisis Crítico Red de Medición de Niveles de Agua Subterránea: Región VII y VIII. DGA, 1987

En este estudio se propone la implementación de una red de monitoreo de niveles estáticos con medición mensual para la región del Maule, la cual se compone de 52 pozos (33 en la cuenca del Maule y 19 en el Mataquito).

Este estudio ha sido considerado al momento de definir los puntos donde realizar mediciones de niveles, como parte de la campaña de terreno del presente trabajo.

3.12 Carta Hidrogeológica de Chile, Talca y Linares. Sernageomin, 1995

Este documento es de gran utilidad para el presente trabajo, puesto que en él es posible encontrar bastante información acerca de las formaciones geológicas, principalmente en los sectores de las cuencas del secano de la VII Región donde existen rellenos sedimentarios.

Además, se puede encontrar una caracterización hidrogeológica general de cada uno de los depósitos que forman el relleno sedimentario.

3.13 Estudio de Diagnóstico para Emplazamiento de Microembalses, Región VII, CNR – Aquaterra, 2012

Este proyecto estudió la incorporación a riego de tierras de secano de 20 predios ubicados en el secano de la VII Región del Maule. Los predios en estudio se ubican en las Provincias de Talca, Cauquenes y Linares, en las comunas de Empedrado, Constitución, Cauquenes Chanco y San Javier.

El proyecto tuvo como objetivo realizar los estudios necesarios para la materialización del riego a través de la construcción de microembalses que acumulen y regulen aguas lluvias.

Los estudios efectuados en cada uno de los 20 sectores de la VII Región donde se desarrollaron los proyectos de microembalses consistieron en definir lo siguiente: ubicación, áreas de riego y posibilidades de diferentes cultivos, hidrología, topografía del sitio de cada embalse, mecánica de suelos, diseño del vertedero evacuador de crecidas, presupuesto, evaluación económica privada y social de cada proyecto y análisis de la situación de derechos de agua en cada caso.

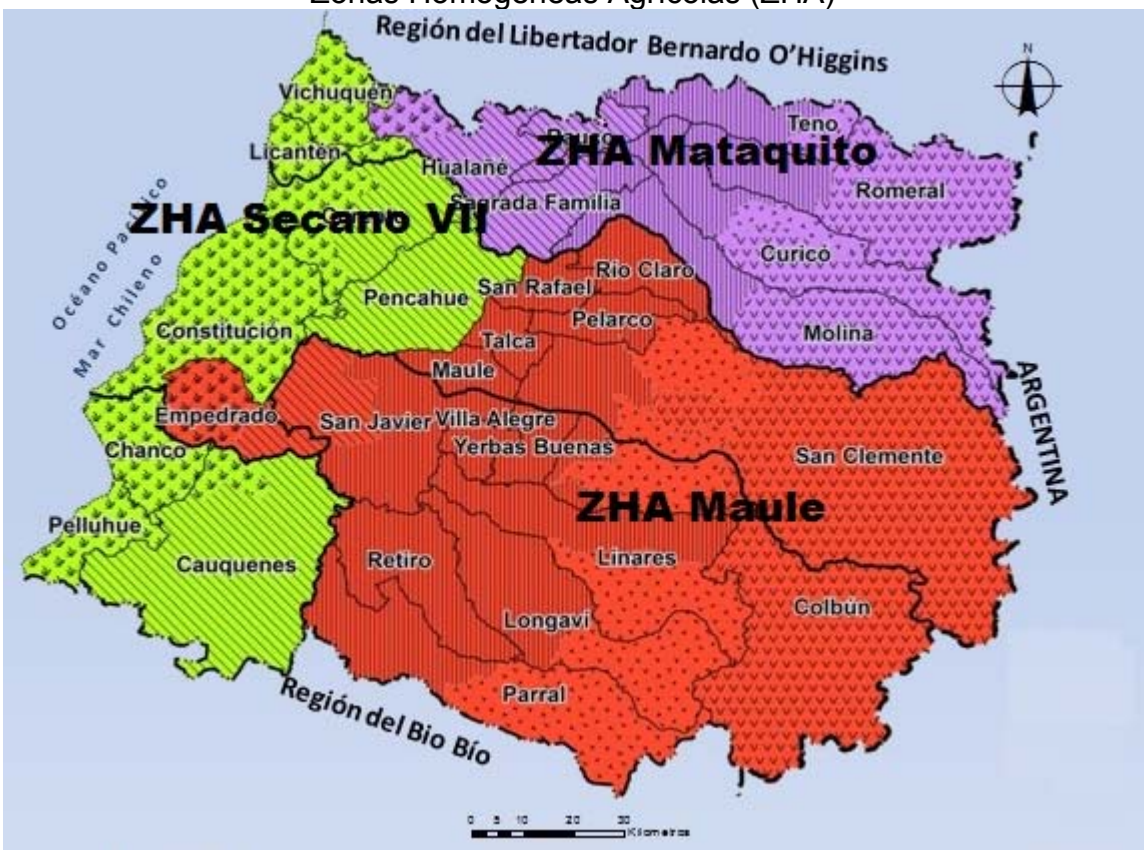
La utilidad de este trabajo está en los métodos de generación de caudales superficiales en cauces sin control fluviométrico y en la información base que fue actualizada a la fecha del estudio.

3.14 Diagnóstico Perfil Agroeconómico Mediante Estándares de Producción. CNR – MdeA, 2012

En este estudio se elaboraron fichas técnico productivas, a la fecha de noviembre de 2012, para la totalidad de las zonas homogéneas agrícolas de Chile.

En la Figura 3.14-1 se presentan las zonas homogéneas agrícolas de la VII Región, cuya envolvente incluye a la totalidad de las cuencas del secano costero e interior a caracterizar durante el presente estudio.

Figura 3.14-1
Zonas Homogéneas Agrícolas (ZHA)



Fuente: Estudio citado en Capítulo 3.14

Las fichas elaboradas en este estudio serán la base de las fichas a presentar en la presente consultoría, tanto para la situación actual como futura con proyecto.

3.15 Consultoría DEP 001. Análisis Riego Zonas Costeras VI, VII, VIII y IX Regiones. Dirección de Riego, MOP – CEDEC, 1992

Este trabajo tomó como información básica la existente en diversos estudios en cada región, incluyendo los estudios integrales de riego desarrollados por la CNR en las décadas de los 70 y 80, particularmente en las regiones VI y VII, con el fin de identificar áreas susceptibles de ser desarrolladas mediante proyectos específicos de riego. En las regiones VIII y IX no se dispuso de mucha información referida a estudios básicos, por lo que el nivel de detalle fue menor.

Los antecedentes de hidrología e hidrogeología contenidos en este estudio fueron aprovechados en el Estudio Hidrogeológico del Secano Interior y Costero, Regiones VI, VII y VIII (IICA – GCF, 2001), por lo que toda la información de recursos hídricos que pudiese ser de utilidad se encontraría ya incluida en el estudio de IICA-GCF.

El objetivo de este trabajo fue la identificación de zonas de interés para la implementación de proyectos de riego, que a través de su desarrollo lograran un mejoramiento en las condiciones del agro y con ello el progreso de los sectores. El área de estudio comprendió el secano costero (vertiente occidental de la Cordillera de la Costa) y secano interior (al poniente del Valle Central).

Debido a la extemporaneidad de la información, los aspectos agroproductivos y económicos son sólo referenciales para el presente estudio. Por otra parte, si bien el estudio analizado está inserto dentro del área de interés de la presente consultoría, los proyectos incluidos en él corresponden a otro tipo de obras que no son coincidentes con las obras destinadas a la infiltración de los suelos.

3.16 Estudio Integral de Riego de la Cuenca del Río Mataquito. CNR – CICA, 1978

En este estudio se elaboró un análisis integral de los recursos de la hoya del río Mataquito, abarcando temas de hidrología, hidrogeología, clima, suelos, etc., con el objeto de definir las grandes obras de riego factibles de implementar, para mejorar la condición de la agricultura en la cuenca. Abarcó la totalidad de la cuenca del río Mataquito, incluyendo tanto los ríos Teno como Lontué.

Debido a la extemporaneidad de la información, los aspectos agroproductivos y económicos son sólo referenciales para el presente estudio.

3.17 Consultoría OME-29 Embalses de Regulación Cuenca Río Mataquito, VII Región. DOH, MOP – Geotécnica Consultores, 1994

En este estudio se efectuó una completa descripción de la situación actual y con proyectos de riego en la cuenca del río Mataquito. De esta forma, dicho informe

incluye información referente al uso actual y potencial del suelo, fichas técnico-económicas, antecedentes de estratificación de la propiedad, etc.

Debido a la extemporaneidad de la información, los aspectos agroproductivos y económicos son sólo referenciales para el presente estudio.

Por otra parte, si bien en este estudio, parte del área se encuentra dentro de los límites de las cuencas del secano costero e interior de la VII Región, los proyectos incluidos en él corresponden a otro tipo de obras que no son coincidentes con las obras destinadas a la infiltración de los suelos.

3.18 Estudio Integral de Riego Cuenca del Río Maule. CNR – CEDEC, 1977

Esta consultoría abarcó los antecedentes recopilados en las temporadas agrícolas 1974-1975 y anteriores, las cuales son representativas de la información presentada más adelante. Cabe señalar que el desarrollo mismo del estudio tuvo una duración de dos años, entregándose el informe final en el año 1977.

Debido a la extemporaneidad de la información, los aspectos agroproductivos y económicos son sólo referenciales para el presente estudio. Por otra parte, si bien parte del área analizada en este estudio se encuentra dentro de los límites de las cuencas del secano costero e interior de la VII Región, los proyectos incluidos en él corresponden a otro tipo de obras que no son coincidentes con las obras destinadas a la recarga artificial de acuíferos.

3.19 Consultoría OME-50. Estudio de Prefactibilidad San Juan de Quirihue. DOH, MOP – CADE IDEPE, 1994

El objetivo del estudio fue evaluar la prefactibilidad técnica y económica del riego del área de San Juan de Quirihue en la VII Región por medio de un embalse en la zona cercana a Cauquenes.

Debido a la extemporaneidad de la información, los aspectos agroproductivos y económicos son sólo referenciales para el presente estudio.

Por otra parte, si bien el estudio analizado es parte integrante del área del presente estudio, específicamente de la cuenca del río Huedque uno de cuyos afluentes es el río San Juan, el proyecto de embalse incluido en él corresponde a otro tipo de obra que no es coincidente con las obras destinadas a la infiltración de los suelos, no obstante que la información base recabada en el área podrá ser utilizada en este trabajo.

3.20 Consultoría OME-31. Sistema de Regadío y Drenaje de Curepto VII Región. DOH, MOP – R&Q Ingeniería Ltda., 1995

El objetivo de este estudio fue realizar un completo análisis de soluciones de riego integral con recursos del río Mataquito y soluciones de riego sectoriales con recursos propios de la cuenca del estero Curepto.

Debido a la extemporaneidad de la información, los aspectos agroproductivos y económicos son sólo referenciales para el presente estudio. Sin embargo, la información base recabada en el área podrá ser utilizada en este trabajo.

Por otra parte, aunque el área que comprometió este estudio es parte integrante del área del presente trabajo, específicamente de la cuenca de Mataquito, y sectores vecinos a Hualañé y Licantén, el proyecto de drenaje corresponde a otro tipo de obra que aunque no es coincidente con las obras destinadas a la infiltración de los suelos, servirá de referencia para ello.

3.21 Propuesta de Modificación a Metodologías de Evaluación de Proyectos de Riego. CNR – GCF Ingenieros Consultores, 2004

Los métodos utilizados en el país para estimar los beneficios directos de los proyectos de riego son el Método del Presupuesto y el del Valor Incremental del precio de la Tierra. Con el objetivo de modificar o complementar las metodologías actualmente en uso, de forma de conseguir incorporar a ellas los efectos indirectos y externalidades, es decir, evaluaciones económicas e indicadores de estos proyectos de inversión más cercanos a la realidad, se desarrolló este trabajo.

En resumen, se tuvo como objetivo mejorar las metodologías de evaluación económica de proyectos de inversión de riego, analizando críticamente los métodos actuales e incorporando, cuantificando y valorizando los efectos e indicadores más atingentes a la realidad económica nacional, en función de cómo el subsector riego se relaciona y compite con otros sectores de la economía.

La metodología elaborada se aplicó a los proyectos Embalse Santa Juana, Riego de Pencahue y Embalse Llaca-Llaca (en el área del presente estudio).

La utilidad de este trabajo es que la información consignada servirá de base en la elaboración de la metodología de evaluación económica del presente estudio.

3.22 Diagnóstico Actual del Riego y Drenaje en Chile y su Proyección. CNR – AC Ingenieros Consultores, 2003

En este estudio, que abarcó la totalidad del territorio nacional, se recopiló una gran cantidad de información cartográfica y que es la base del actual SIIC CNR.

Entre los antecedentes de importancia incluidos en el trabajo, de la zona del secano de la VII Región, y que serán de utilidad para el presente estudio se pueden considerar los siguientes:

- Suelos: En base a esta información se efectuará la caracterización general de los suelos para cada una de las cuencas.
- Clima: En función de la zonificación climática de la Universidad de Chile, elaborada por Fernando Santibáñez, se efectuará la caracterización climática general de cada cuenca.
- Red de canales y embalses: Son la base para determinar las actuales áreas de riego y poder descartar aquellas zonas con riego permanente y de mayor seguridad.
- Accesos y centros poblados: De especial interés son los accesos, estado de los mismos y los centros poblados cercanos a las posibles áreas de proyecto en donde se pueda comercializar la producción resultante de dichos proyectos de infiltración.

3.23 Diagnóstico y Caracterización de los Problemas de Drenaje en Chile. CNR – GCF Ingenieros Consultores, 2009

En este estudio se efectuó una completa caracterización y tipificación de los problemas de mal drenaje a nivel de fase de suelos, detectándose además la potencialidad de cambio de estos suelos una vez implementadas las obras de drenaje necesarias.

Se debe señalar que el trabajo se efectuó a nivel de cuenca, a lo largo de todo Chile, identificándose posibles áreas de proyectos de drenaje, para ser financiados tanto por la Ley 11.123 como por la Ley de Riego y Drenaje 18.450.

La importancia de este estudio radica en la posibilidad de descartar áreas con serios problemas de drenaje en los futuros proyectos de recarga artificial de acuíferos.

3.24 Actualización del Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos Zona II Sur, Regiones V Sur a XII. DGA – AC Ingenieros Consultores, 2007

En este estudio se efectuó una caracterización por cuenca de la situación actual y potencial agropecuaria, incluyendo uso del suelo y demandas de agua para las actividades agrícola, pecuaria y forestal.

Sus resultados serán usados como base en la determinación de las demandas unitarias de riego. Además en este estudio se incluyó una serie de coeficientes de cultivo muy completa para las distintas zonas del país.

3.25 VI y VII Censo Nacional Agropecuario. INE (1997 y 2007)

Los antecedentes de estos estudios serán fundamentales en la obtención del uso actual del suelo, la estratificación de las propiedades y la obtención de rendimientos de algunas especies cultivadas en Chile.

Los censos agropecuarios son la base para la descripción general del área en aspectos como el grado de tecnificación, hectáreas de riego y secano e infraestructura predial, entre otros.

3.26 Ortofotos de Ciren Corfo y Rol Extracto Agrícola

Las ortofotos de propiedades, escala 1:20.000 y el Rol Extracto Agrícola (REA) de las comunas involucradas, servirán de base y orientación para la ubicación de los predios del área de estudio. Para el caso de la preselección de proyectos a nivel de perfil se utilizará la información de ortofotos en papel y para los proyectos definitivos a evaluar se comprará la información digital de propiedades para ser presentada en el respectivo informe.

Las ortofotos que se utilizarán para el reconocimiento de las áreas a estudiar son: 2508 Coronel de Maule, 2511 Quella, 2510 Estación Gualve, 2488 Cauquenes, 2509 Los Pinos, 2490 La Gloria, 2469 Pichibelco, 2489 El Boldo, 2468 El Pellizco, 2485 Tregualemu, 2465 Pelluhue, 2445 Chanco, 2446 Tenequín, 2425 Loanco, 2427 Empedrado, 2449 Estero Sauzal, 2450 Huerta del Maule, 2429 Pitigua, 2428 Cerro Peñasquín, 2410 Curtiduría, 2391 Coipué, 2372 Chanquiuque, 2358 La Huerta, 2340 Hualañé, 2339 Licantén, 2356 Membrillo, 2338 Las Puertas, 2355 Curepto y 2354 Los Guachos.

El Rol Extracto Agrícola, como se señaló anteriormente, corresponde a un listado por comuna de los predios rurales existentes con la siguiente información:

- Rol de Avalúo Fiscal.
- Nombre del Predio.
- Nombre del Propietario.
- Superficie Total Predial.
- Superficie por Clases de Capacidad de Uso según el PAF en Riego y Secano.

En resumen, las ortofotos en formato digital y el Rol Extracto Agrícola se utilizarán para determinar las propiedades existentes en las áreas preseleccionadas para proyectos de riego.

3.27 Catastro Frutícola de la VII Región de Ciren Corfo

El catastro frutícola tiene el fin de determinar las especies presentes en el área de estudio y sus superficies. Este material será elaborado en forma especial para el presente consultor por CIREN-CORFO, será entregado en formato digital ArcGis y será utilizado para elaborar los mapas de uso actual del suelo en la caracterización general de las cuencas en estudio.

3.28 Directorio de Infraestructura y Agroindustria Frutícola VII Región CIREN-CORFO

Información elaborada por CIREN-CORFO, en que se detalla las agroindustrias de deshidratados, elaboradoras de aceite de oliva, plantas de embalaje, cámaras de frío y fumigación, entre otras.

Estos antecedentes junto con los proporcionados por el VII Censo Nacional Agropecuario, serán de utilidad en la Caracterización General del Área en el ámbito de la dotación de infraestructura.

3.29 Cálculo y Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile. CNR – CIREN CORFO, 1997

Publicación en que se determinó los valores de la evapotranspiración potencial de referencia (ETo) , esencialmente con la aplicación del método de Penman y, en aquellos lugares donde no se pudo por falta de algún parámetro, se aplicó una de otras 4 fórmulas, ajustadas mediante coeficientes de regresión, teniendo como referencia la ecuación de Penman. Las otras cuatro fórmulas empíricas consideradas fueron las de Turc, de Ivanov, de Blaney y Criddle y el método de la bandeja de evaporación.

Este trabajo será utilizado para comprobar la evapotranspiración potencial que se obtenga del Informe agroclimático elaborado por la Universidad de Chile.

3.30 Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA)

ODEPA posee antecedentes de precios y volúmenes transados en el mercado mayorista de Santiago. Con esta información generada como series de precios, será factible determinar en el capítulo Descripción de Mercados Relevantes, los precios internos de los principales productos asignados para el presente proyecto.

De esta forma para cada producto se calculará el precio de venta puesto en la VII Región, para lo cual se utilizarán los precios mayoristas de Santiago, período 2003-2012 y deflactados a la fecha que se acuerde posteriormente con la Comisión

Nacional de Riego. Estos valores serán chequeados con los alcanzados por los productores del área de influencia del proyecto. En el caso de los rubros de exportación se considerarán los retornos a productor obtenidos en las últimas temporadas.

3.31 Agroindustrias y Ferias

La información proporcionada por las empresas de agroindustria y ferias permitirá obtener referentes sobre la situación actual y perspectivas que enfrenta la actividad en la zona, los que serán de suma utilidad en el planteamiento de los criterios de desarrollo para el área del proyecto.

3.32 Atlas Agroclimático y Atlas Bioclimático de Chile de la Universidad de Chile, 1990 y 2012

Para caracterizar el clima y agroclima del área en estudio se utilizará la información contenida tanto en el Atlas Agroclimático de Chile como del Atlas Bioclimático de Chile.

Cabe reiterar que el parámetro de evapotranspiración potencial será revisado con el contenido en el estudio “Cálculo y Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile” elaborado por CIREN-CORFO y la Comisión Nacional de Riego, año 1997.

3.33 Publicaciones de FAO, Nº24 y Nº56

La organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por su sigla en inglés) elaboró en 1976 la publicación FAO Nº24 “Factores de Evapotranspiración de Referencia” y posteriormente, en 1990, la publicación FAO Nº56, “Evapotranspiración del Cultivo”, que contiene información actualizada para verificar y complementar los factores de cultivo en la determinación de las necesidades de agua de riego.

3.34 Otros Antecedentes

- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA): Se utilizará para la elaboración de las fichas técnico-económicas dos estudios efectuados por esta institución en conjunto con el Ministerio de agricultura de Chile. Estos estudios corresponden a “Coeficientes técnicos de producción de las principales hortalizas del país”, 1990 y “Coeficientes técnicos de producción de los principales frutales del país”, 1990, complementando la información contenida en el estudio

Diagnóstico Perfil Agroeconómico Mediante Estándares de Producción de MdeA Consultores Ltda., año 2012-2013.

- Hugo Faiguenbaum, Producción de Cultivos en Chile, 1988. Se utilizará esta información en la elaboración de las fichas técnicos económicos de cultivos, complementando la información contenida en el estudio Diagnóstico Perfil Agroeconómico Mediante Estándares de Producción de MdeA Consultores Ltda., año 2012-2013.

- Vicente Giaconi, Cultivo de Hortalizas, 1998. Se utilizará esta información en la elaboración de las fichas técnicos económicos de hortalizas, entre otros, complementando la información contenida en el estudio Diagnóstico Perfil Agroeconómico Mediante Estándares de Producción de MdeA Consultores Ltda., año 2012-2013.

- Estándares Técnicos Programa Fortalecimiento de las Capacidades de Formulación y Evaluación de Proyectos para la Pequeña Agricultura. ODEPA. 1993, complementando la información contenida en el estudio Diagnóstico Perfil Agroeconómico Mediante Estándares de Producción de MdeA Consultores Ltda., año 2012-2013.

.

- Manual Fitosanitario AFIPA A.G. Se utilizará la información de AFIPA Online disponible por este consultor para dos líneas de usuario. Dicha información Online se está actualizando constantemente en función de la entrada y salida de productos fitosanitarios.

4 VISITA INICIAL A TERRENO

Se efectuó una visita inicial a terreno para detectar las posibles áreas en las que se podría efectuar proyectos de infiltración de napas subterráneas. Esta visita fue efectuada en conjunto entre las disciplinas de Ingeniería y Agronomía los días 21 y 22 de agosto del año 2013.

En esta visita se dio mayor importancia y atención a los sectores que en un análisis de gabinete general, aparecen con posibilidades técnicas de acoger favorablemente a proyectos de recarga artificial de sus acuíferos. En lo que sigue se describen las áreas abordadas y reconocidas en terreno:

4.1 Mataquito: Área de Culenar, Sagrada Familia y Villa Prat

En el recorrido en terreno se determinó que una gran parte de esta zona se encuentra ya regada con el canal Culenar, que tiene su bocatoma en la localidad de Mellado. Además del riego superficial existen algunos grandes predios regados mediante pozos de agua subterránea. En las Fotos 4.1-1 y 4.1-2 se pueden observar extensas áreas cultivadas con olivos para producción de aceite. Si bien existe una gran zona regada con predios de mayor tamaño, se debe señalar que hacia Sagrada Familia predominan predios de tamaño menor, pero también con presencia de riego.

Foto 4.1-1
Plantación de Olivos en Culenar



Foto 4.1-2
Plantación de Olivos en Culenar



Se debe señalar que los suelos en esta zona son de buena calidad, franco-arenosos, y medianamente profundos. Algunos de estos suelos, más cercanos al río Mataquito, están más propensos a las inundaciones y presentan niveles de agua subterránea muy superficiales que hacen poco interesante la recarga artificial de sus napas.

4.2 Mataquito: La Huerta - Peralillo

El área comprendida entre el sector de La Huerta y Peralillo, prácticamente se encuentra regada en su totalidad. El canal se denomina Parronal y nace en Orilla de Valdés. Se trata de una agricultura campesina en predios de tamaño medio y menor, en que parte de la producción es de autoconsumo y parte es también destinada a la venta.

Los suelos son de buena calidad, planos, francos a franco arenosos. Medianamente profundos y de drenaje imperfecto. Los suelos más cercanos al río Mataquito están más propensos a inundaciones del mismo río y también presentan niveles de napa muy superficiales todo el año.

Se detectó cultivo de maíz, hortalizas, cereales y chacras en general. En las fotos 4.2-1 y 4.2-2 se observa tanto rastrojos de maíz como algunos invernaderos.

Foto 4.2-1
Rastrojo de Maíz regados por canal Parronal



Foto 4.2-2
Rastrojo de Maíz e Invernadero en área regada por canal Parronal



4.3 Mataquito: Rinconada Estero Eloísa Peralillo

Esta zona corresponde al área más alta respecto al nivel del rio Mataquito, camino a Barba Rubia. Área totalmente en condiciones hídricas de secano donde sólo se observa el riego de algunos invernaderos con agua potable. Existe presencia de siembra de trigo invernal y abundante presencia de suelos con pradera natural y vegetación arbustiva de espino.

Los suelos de esta zona son alomados con pendientes que fluctúan entre 3% y más. Son francos a franco arenosos de buena permeabilidad. Debido a su condición alta es posible que las napas subterráneas se presten para la recarga artificial, lo cual se determinará a lo largo de este trabajo con los catastros, reconocimientos y realización de pruebas de infiltración en calicatas.

En las Fotos 4.3-1 y 4.3-2 se puede apreciar parte de estos suelos con siembra de trigo y vegetación arbustiva de espino.

Foto 4.3-1
Siembra de Trigo aguas abajo de La Huerta



Foto 4.3-2
Praderas y Vegetación Arbustiva de Espino aguas abajo de La Huerta



4.4 Mataquito: Hualañé Licantén

Esta zona también presenta riego desde el río Mataquito, especialmente por el canal Idahue. En el caso del sector del estero Pichilemu, existe en su cabecera un tranque sobredimensionado para la cantidad real de riego, ya que según su propietario, podría regar sobre 80 hectáreas y en la actualidad sólo riega algo menos de 25, con una alta seguridad todos los años.

El riego en esta zona está enfocado a cereales, chacras y hortalizas, verificándose en terreno la presencia de maíz grano, trigo y tomate industrial. En esta zona predominan predios de tamaño medio a grande.

Los suelos aquí son en parte francos arcillosos y francos, de drenaje moderado. En crecidas invernales del río Mataquito parte de los suelos son inundados completamente.

Independientemente de la existencia de una napa de agua subterránea a no más de 4 m de profundidad, el solo hecho de contar con riego de alta seguridad, hace infactible el desarrollo de proyectos de recarga artificial.

En la Foto 4.4-1 se aprecia parte del Fundo El Carmelo con un terreno ya cultivado de tomate industrial.

Foto 4.4-1
Suelos Cosechados de Tomate Industrial aguas abajo de Hualañé



4.5 Mataquito: Estero Los Cuervos

Esta zona a la cual se accede aparentemente por un camino privado, está compuesta por un gran número de predios de tamaño medio a mayor. Totalmente de secano, el agua del estero se utiliza básicamente para el consumo animal.

Se detectó la presencia de cultivo de trigo, porotos y pastos naturales. El poroto se cultiva en los suelos más bajos cercanos al estero para aprovechar la humedad que permanece hasta algo entrada la primavera.

Los suelos de este sector corresponden a lomajes en su parte alta, de textura franco arcillo arenosa. En su parte plana y baja a su vez, los suelos son de textura franco arenosa con drenaje moderado a imperfecto.

De acuerdo con la morfología del área y de los cauces, se estima que este es uno de los sectores a prestar atención para determinar si es posible tener éxito con una iniciativa de recarga artificial de la napa en invierno para aprovechar esa agua en primavera y verano.

En las Fotos 4.5-1 a la 4.5-3 se observan panorámicas de este sector tomadas desde los suelos más altos.

Foto 4.5-1
Panorámica Los Cuervos



Foto 4.5-2
Detalle de Panorámica Los Cuervos

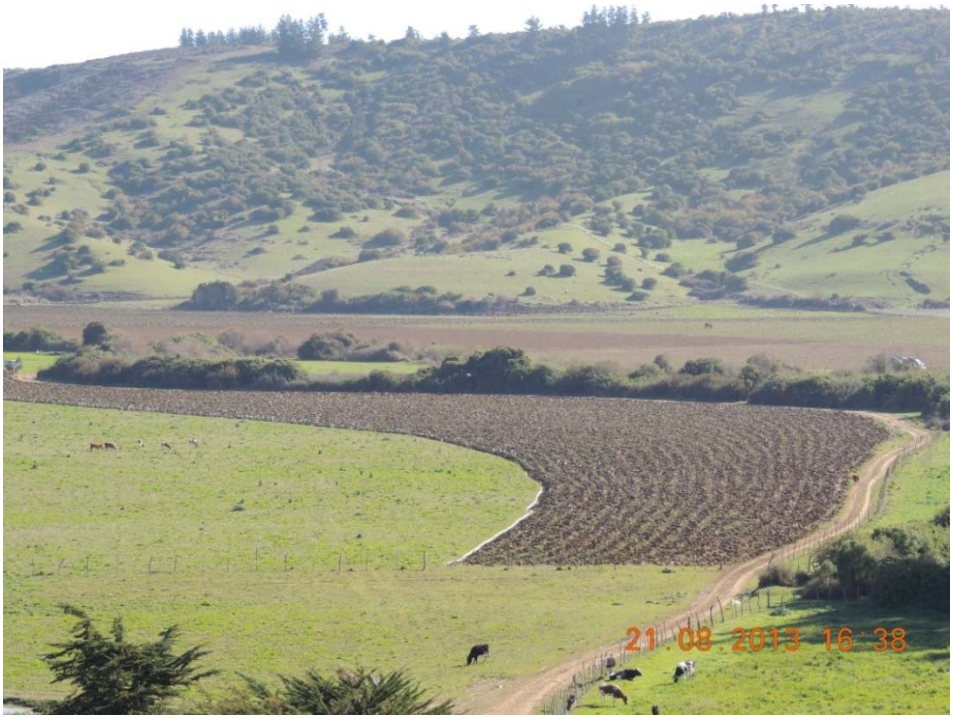


Foto 4.5-3
Amplia Cantidad de Suelos con Ganadería en Los Cuervos



4.6 Vichuquén

Se recorrió esta zona con la finalidad de encontrar suelos apropiados para los fines del presente proyecto.

Debido a que en esta zona la mayor parte de los suelos planos ya se encuentran inundados por los lagos existentes, se inspeccionó el sector más plano indicado en la cartografía del Instituto Geográfico Militar (IGM), con el objeto de verificar la presencia de suelos aptos para riego. Al respecto, se reconoció que en las áreas planas existentes, que no están inundadas por el lago Vichuquén, existen vastas extensiones de pajonales, las que se encuentran bajo protección ambiental.

Lo anterior, unido al hecho que los suelos son de características inadecuadas para el desarrollo de cultivos, que el área es esencialmente forestal y que no habría ninguna napa subterránea interesante, lleva a concluir que no es factible pensar en proyectos de recarga artificial aquí.

En las Fotos 4.6-1 y 4.6-2 se puede apreciar parte del área señalada en donde las amplias extensiones de suelos se encuentran en estado de vega y debido a la humedad se encuentran ocupados por los Pajonales de Tilicura.

Foto 4.6-1
Pajonales de Vichuquén

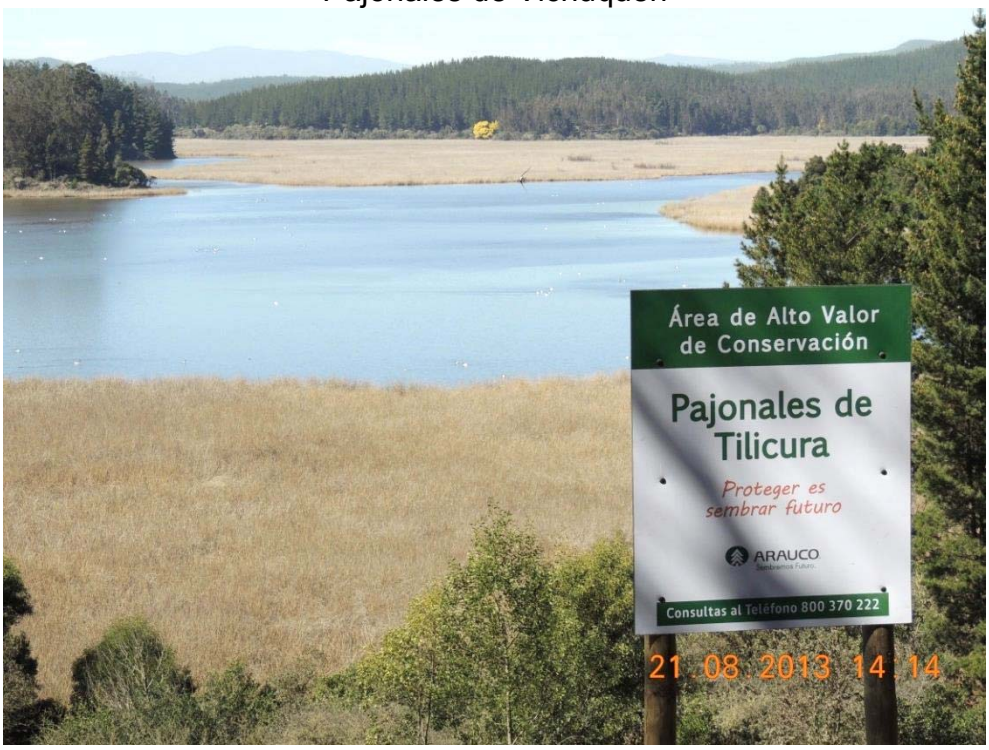


Foto 4.6-2
Detalle de Pajonales en Vichuquén



4.7 Mataquito Costa

Las planicies costeras de la subcuenca Mataquito Costa no poseen suelos aptos para la agricultura, debido a que en su mayor parte corresponden a dunas, o en su defecto a mezclas de pequeñas porciones de suelo rodeados de arenas. Por esta razón se han descartado como posibilidad de instalar allí algún proyecto de recarga artificial de acuíferos que pudiera permitir el riego en el período de estiaje.

4.8 Huenchullamí: Norte

Área de difícil acceso, en donde los suelos se encuentran con cultivos de secano, tales como cereales, chacras y pastos naturales con ganadería ovina. Los predios de la zona son esencialmente de tamaño menor y en las zonas más altas por propiedades forestales de gran tamaño.

Los suelos son franco arcillo limosos, de drenaje imperfecto y eventuales anegamientos con la crecida del río Huenchullamí, en los que podría pensarse en recarga artificial.

En las Fotos 4.8-1 y 4.8-2 se aprecian praderas naturales, ganadería ovina y equina, forestales y suelos en barbecho para siembra de cereales o chacras.

Foto 4.8-1
Suelos con Praderas Naturales y Forestados en Huenchullamí Norte

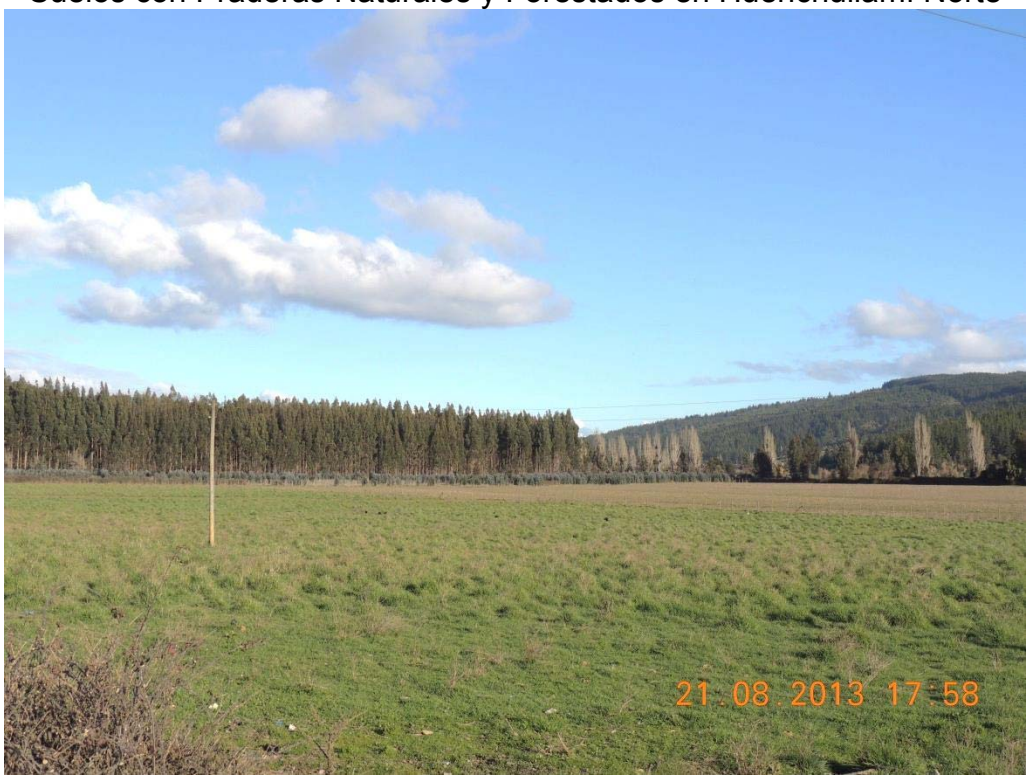


Foto 4.8-2
Suelos en Barbecho y Praderas Naturales en Huenchullamí Norte



4.9 Huenchullamí: Macal

En la ribera sur del río Huenchullamí, en su parte media, se encuentra la zona de Macal, correspondiente a un valle algo angosto, con problemas de mal drenaje en parte de sus suelos. En general esta zona es cultivada con chacras, como papas y poroto, cereales como el trigo y praderas naturales. Toda el área es íntegramente de secano.

Al igual que en todo el valle del Huenchullamí, la ganadería predominante es la ovina, adaptada de mejor forma al secano que los bovinos.

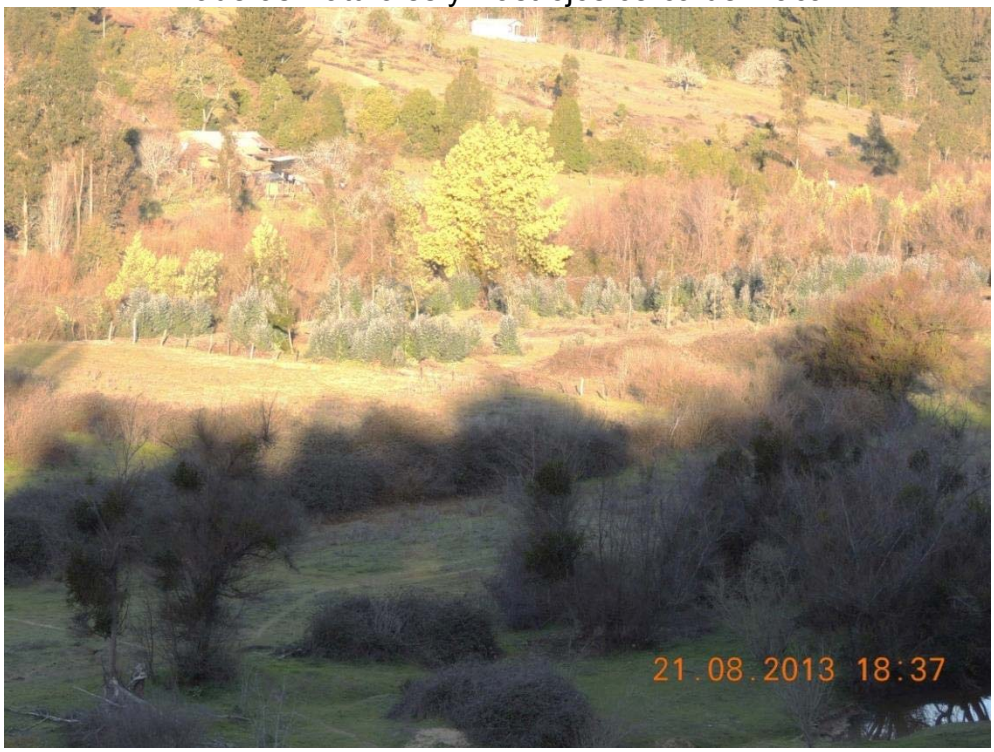
Los suelos son franco arcillo limosos, de drenaje imperfecto y eventuales anegamientos con la crecida del río Huenchullamí. No obstante eso, se estima que este sector podría prestarse al desarrollo de algún proyecto de recarga artificial, siempre que de las prospecciones y ensayos de infiltración que se efectúen, se demuestre que estamos ante una napa subterránea que admitiría esa recarga para ser aprovechada en el estiaje para el riego, luego de su extracción mediante bombeo.

En las Fotos 4.9-1 y 4.9-2 se aprecian suelos con praderas naturales destinados a la ganadería ovina y equina, aunque hay algunos paños con rastrojos de trigo.

Foto 4.9-1
Praderas Naturales y Rastrojos cerca de Macal



Foto 4.9-2
Praderas Naturales y Rastrojos cerca de Macal



4.10 Huenchullamí Loma Limpia

Corresponde a la zona más alta del Huenchullamí donde el valle presenta una dimensión apreciable. Tanto la agricultura imperante, como la composición predial y calidad de suelos, son similares al resto de las áreas más bajas del Huenchullamí.

En la Foto 4.10-1, se aprecia hacia la zona centro izquierda, el área donde se podría construir un pretil para la infiltración de aguas a la napa subterránea y aprovechar esas aguas de invierno posteriormente en riego al extraerlas mediante bombeo.

Foto 4.10-1
Zona en donde se construiría el Pretil en Loma Limpia



4.11 Huenchullamí: Nueva Área

Esta área corresponde a la más cercana a la costa, en donde el valle del río Huenchullamí alcanza su máxima anchura y en donde existe una mayor cantidad de suelos aptos para la actividad agropecuaria y con ello, para aprovechar las aguas que pudieran obtenerse de un proyecto de recarga artificial.

Tanto la agricultura imperante, como la composición predial y calidad de los suelos, es similar al resto de las áreas del valle del río Huenchullamí.

En las Fotos 4.11-1 y 4.11-2 se puede apreciar panorámicas de este sector, en donde claramente predominan las praderas naturales para el sustento de ganado ovino.

Foto 4.11-1
Panorámica Valle del Huenchullamí



Foto 4.11-2
Panorámica Valle del Huenchullamí



4.12 Río Huedque y San Juan: Coronel de Maule

Dentro del área de la subcuenca de los ríos Huedque y San Juan, los mejores suelos se encuentran en torno a Coronel de Maule. Cabe destacar suelos de Capacidad de Uso II, III y IV, muchos de ellos sin problemas de drenaje. La excepción está en algunas pequeñas porciones en torno a los ríos que se encuentran totalmente inundados.

Los suelos son de textura franco arenosa, lo que en el caso de presentarse una napa relativamente profunda en verano, servirían para cobijar aguas de recarga artificial que se incorporen a la napa durante el invierno o comienzo de la primavera.

Entre los cultivos destacan algunas viñas de cabeza, trigo y chacras. Los predios son en general de pequeño tamaño.

En las Fotos 4.12-1 y 4.12-2 se puede apreciar parte de estos suelos a través de panorámicas de esta zona.

Foto 4.12-1
Panorámica Coronel de Maule



Foto 4.12-2
Panorámica Coronel de Maule



4.13 Sur Río Curanipe: Chovellén

En general esta zona cuenta con una alta seguridad de agua de riego según los propios agricultores del área. Si bien no está generalizado el riego, debido a su cercanía con Pelluhue y Chanco, existe un número considerable de agricultores que riegan frutillas con aguas de vertientes.

Además, es común el cultivo de chacras como papas y porotos, además de cereales como trigo y maíz y de praderas naturales. Los predios son en general de pequeño tamaño.

Los suelos más cultivados son los más altos y alejados del río, en lomajes. Estos suelos son franco arcillosos, de lomaje. Los mejores suelos, cercanos al río, son suelos recientes de Clase III de Capacidad de Uso, pero con posibles problemas de inundación del río en sus crecidas invernales.

En la Foto 4.13-1 se puede apreciar el río Chovellén en Agosto del 2013, el cual presenta un flujo permanente todo el año.

Foto 4.13-1
Río Chovellén



4.14 Sur Río Curanipe: Pelluhue

El área de Pelluhue está comprendida íntegramente por suelos de lomaje, con pendientes sobre el 3%. Corresponden a suelos de la serie Chanco de textura franco-limosa, y profundos, de Capacidad de Uso III.

En cuanto a los predios, se destacan por ser de tamaño pequeño, fuertemente atomizados. Si bien en áreas aledañas existe una fuerte presencia del cultivo de frutilla, principalmente con agua de vertientes, en la zona que interesaría infiltrar, los cultivos son íntegramente de secano, destacando el trigo y algunas chacras.

En las Fotos 4.14-1 y 4.14-2 se puede apreciar parte de los suelos, que si bien se ven relativamente planos, corresponden a la parte más alta de los lomajes. Según esto, se analizará la factibilidad de diseñar algún proyecto de recarga artificial que permita un riego más sostenido, no sólo en invierno y comienzos de primavera, para abarcar un área mayor que la que pueden sostener las vertientes en la actualidad.

Foto 4.14-1
Cultivos de secano en Pelluhue



Foto 4.14-2
Sectores planos de secano en Pelluhue



4.15 Río Rahue: Lircay cerca de Chanco

El área de Lircay está conformada por suelos de la serie Chanco, de textura franco limosa y profundos, de Capacidad de Uso II y III, sin problemas de mal drenaje.

Los predios que conforman el sector son de tamaño medio. Los principales cultivos detectados corresponden a cereales y praderas naturales con ganadería bovina en condiciones hídricas de secano.

Por su amplia extensión plana, este sector resulta atractivo para una posible materialización de proyectos de recarga artificial, que lleven agua de riego en estiaje a sectores que actualmente son de secano.

En las Fotos 4.15-1 y 4.15-2 se puede apreciar parte de los suelos, relativamente planos, aunque corresponden a la parte más alta de los lomajes.

Foto 4.15-1
Límite Oriente del Área de Rahue



Foto 4.15-2
Límite Poniente del Área de Rahue



4.16 Río Reloca

Zona con alta probabilidad de inundación desde el río Reloca. Los suelos corresponden a la serie Buchupureo, de textura franco limosa, profundos, de drenaje imperfecto, esencialmente por efectos del río Reloca.

El área comprende predios de tamaño medio a menor y presencia de grandes predios forestales en los sectores de mayor altura. La agricultura se basa en el cultivo de cereales, chacras de primavera y esencialmente praderas naturales destinadas al ganado bovino y ovino existente en la zona.

En las Fotos 4.16-1 a la 4.16-7 se aprecia tanto los problemas de inundación como la situación de la actividad agrícola actual. Además, en estas mismas fotos se precisan las diferentes áreas de recarga consideradas de una forma inicial para una eventual implementación de futuros proyectos de recarga artificial.

Foto 4.16-1
Praderas Naturales en una Nueva Zona de Recarga en Reloca



Foto 4.16-2
Praderas Naturales en Nueva Zona de Recarga en Reloca



Foto 4.16-3
Praderas Naturales en Zona de Recarga 3 en Reloca



Foto 4.16-4
Praderas Naturales en Zona de Recarga 4 en Reloca



Foto 4.16-5
Praderas Naturales en Zona de Recarga 2 en Reloca



Foto 4.16-6
Praderas Naturales en Zona de Recarga 1 en Reloca



Foto 4.16-7
Praderas Naturales en Zona de Recarga 1 en Reloca



4.17 Empedrado

Este sector está conformado esencialmente por predios de pequeño tamaño. Los predios de mayor tamaño se encuentran totalmente forestados.

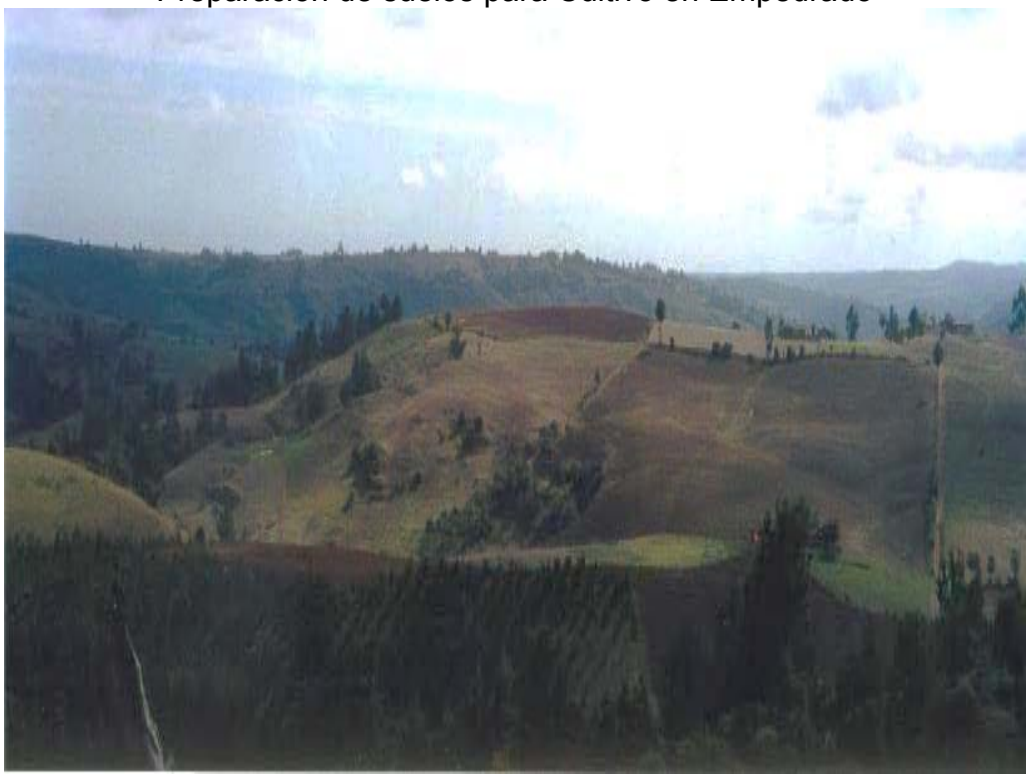
La agricultura se basa en pastos naturales y otros preparados para ser cultivados con trigo. Otros cultivos desarrollados en suelos de vega son maíz y papas.

Los mejores suelos cercanos a los cursos de los esteros son suelos recientes de Clase III de Capacidad de Uso. Los suelos más altos, de lomaje, corresponden a la serie Constitución, franco arcillosos y de IV a VI a de Capacidad de Uso.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la zona de Empedrado se caracteriza por tener napas subterráneas muy pobres en cuanto a capacidad de almacenamiento y productividad. Una muestra de ello es las limitaciones que existen incluso para abastecer de agua potable a la localidad de Empedrado. Se estima por ello que difícilmente se llegue a plantear y a desarrollar un proyecto de recarga artificial de acuíferos en esta área.

En la Foto 4.17-1 se aprecian algunos suelos de lomaje preparándose para ser sembrados a la espera de lluvias que permitan el desarrollo de cultivos.

Foto 4.17-1
Preparación de suelos para Cultivo en Empedrado



4.18 Río Purapel: Nirivilo

En Nirivilo los suelos cercanos a los cursos de ríos son suelos recientes de Clase III de Capacidad de Uso. Los suelos más altos, de lomaje, corresponden a la serie Constitución, franco arcillosos y de Clase VI de Capacidad de Uso.

Los predios son de tamaños menores y dedicados básicamente a la actividad chacarera y de ganado para autoconsumo.

Al igual que en todo el trazado del río Purapel antes de salir al Valle Central, en este sector los acuíferos son muy pobres y los terrenos aledaños al cauce, expuestos siempre a inundaciones por efecto de crecidas, con una posibilidad de efectuar recarga artificial, prácticamente nula.

En las Fotos 4.18-1 y 4.18-2 se aprecia a parte del área, donde las alternativas de aprovechamiento de los suelos se están centrando casi totalmente en el desarrollo forestal.

Foto 4.18-1
Área de Nirivilo

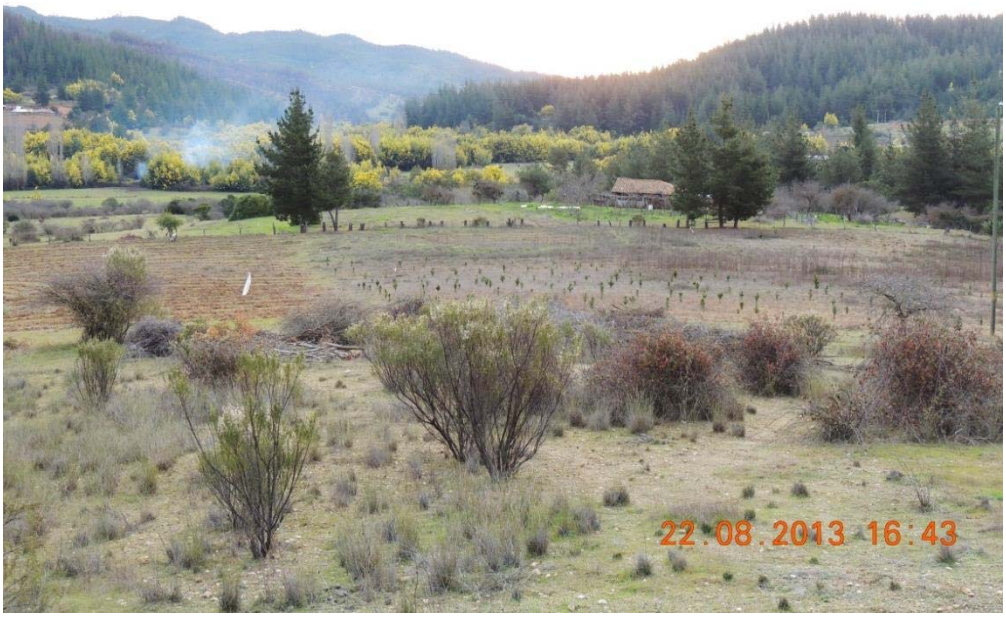


Foto 4.18-2
Área de Nirivilo



4.19 Río Purapel: Ranchillo – Requegua

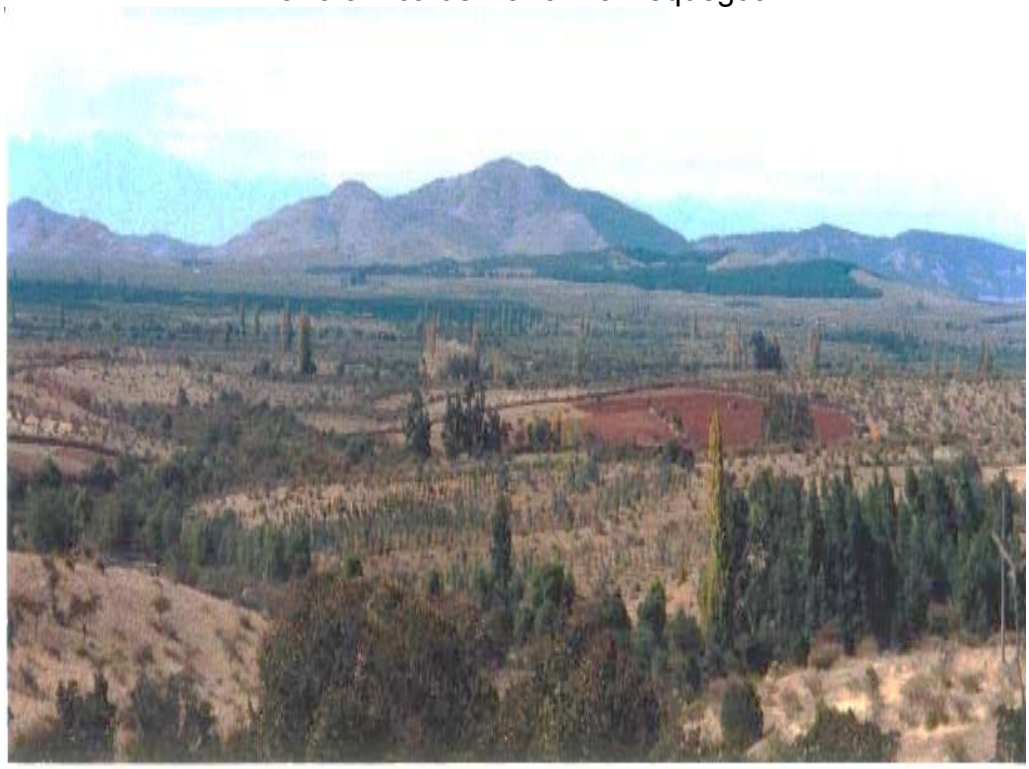
Área constituida esencialmente por predios de tamaño medio a pequeños. Básicamente de secano. Si bien existe presión forestal, todavía se constatan importantes superficies de terrenos sin habilitar y otros preparados para siembra de trigo (Ver Foto 4.19-1).

En este sector, también se desarrolla el rubro vitivinícola con vides conducidas en cabeza, las que en su mayoría son para el autoconsumo de los propietarios.

Los mejores suelos corresponden a la serie Maule de textura franco arcillo limosa, pero con predominancia de la serie Cauquenes, franco arcillo arenosa. Ambos suelos están calificados entre las clases III a VI de Capacidad de Uso.

Por las características morfológicas que se aprecian en la Foto 4.19-1, no se vislumbra una posibilidad de tener éxito con la implementación de proyectos de recarga artificial de acuíferos.

Foto 4.19-1
Panoramica de Ranchillo Requegua



4.20 Río Purapel: Sauzal

El área de Sauzal está constituida esencialmente por propiedades de tamaño pequeño a medio. Existe una gran cantidad de suelos sin habilitar, en cuyos pastos naturales se sustenta una baja carga animal. También se detecta la presencia de viñas en cabeza en suelos de lomaje (Ver Foto 4.20-1).

En el sector de Sauzal existen propiedades pequeñas y aisladas, sin caminos de acceso, con presencia de ganadería ovina y bovina entre los espinos. Se trata de praderas de baja productividad.

Los mejores suelos corresponden a la serie Maule de textura franco arcillo limosa, pero con predominancia de la serie Cauquenes, franco arcillo arenosa. Ambos suelos están calificados entre las clases III a VI de Capacidad de Uso.

No obstante, hacia el oriente de Sauzal, existen extensiones planas que posiblemente cobijen napas subterráneas que podrían prestarse para el desarrollo de proyectos de recarga artificial de acuíferos, lo cual será determinado en el desarrollo de este estudio, cuando se efectúen prospecciones y pruebas de infiltración en calicatas, las cuales lo determinarán.

Foto 4.20-1
Suelos sin Habilitar y Viñas de Cabeza



4.21 Estero Belco

El área en torno al estero Belco está conformada esencialmente por predios de tamaño medio a menor.

En la Foto 4.21-1 se aprecia el estero Belco, en donde existen terrenos con espino y malezas, sin uso agrícola. En cambio en la Foto 4.21-2 se observa una pequeña viña de secano conducida en el sistema de cabeza, cuya producción además de destinarse a autoconsumo se vende.

En general los suelos de esta cuenca presentan problemas de toscas, aunque en aquellos de mejor calidad siembran trigo. De esta forma los suelos en torno al estero corresponden a la serie Villaseca, de textura franco arcillosa con un fondo de arenilla compactada, de IV de Capacidad de Uso.

Hacia el oriente, adentrándose en el Valle Central, el estero Belco presenta rellenos hidrogeológicamente atractivos, que han significado un desarrollo interesante del riego. Es por ello que este sector será uno de los que se le pondrá la mayor atención, dado que se han venido construyendo un número apreciable de pozos, para regadío, los cuales tienen buena producción, señal inequívoca de la presencia de un acuífero interesante. Proyectos de recarga artificial operando en invierno, servirían para aliviar la presión por extraer agua de las napas, ya que se renovaría para ser utilizada en verano.

Foto 4.21-1
Estero Belco



Foto 4.21-2
Viña de Cabeza en estero Belco



4.22 Estero El Arenal

El área en torno al estero El Arenal está conformada esencialmente por predios de tamaño medio y secundariamente de pequeños y grandes predios. La mayor parte de los terrenos se encuentra sin habilitar y con pastos naturales, en donde se desarrolla ganadería ovina. Otros se encuentran forestados con pino.

Esta cuenca, por ubicación y morfología es semejante a la del estero Belco. En efecto, los suelos de esta cuenca también presentan problemas de toscas, aunque en sectores de mejor calidad se siembra trigo. Los mejores suelos en torno al estero, en su posición más baja corresponden a la serie Ninhue, de textura franca, profundos y de drenaje imperfecto. Estos suelos se clasifican en III de Capacidad de Uso. Los suelos más altos, corresponden a la serie Cauquenes, de aptitud preferentemente forestal.

En esta zona es común el cultivo de chícharo y garbanzos. También hay que destacar la presencia de viñas tanto de cabeza (secano) como de cepajes finos, plantadas sobre platabandas con riego tecnificado y conducidas en espaldera.

La situación de este sector respecto a la posibilidad de proyectos de recarga artificial es similar a la del estero Belco. En las Fotos 4.22-1 y 4.22-2 se aprecian viñas de secano conducida en cabeza y de cepas finas regadas en espaldera.

Foto 4.22-1
Viña de Secano en estero El Arenal



Foto 4.22-2
Viña de Riego en estero El Arenal



5 ESTUDIOS BÁSICOS

5.1 Introducción

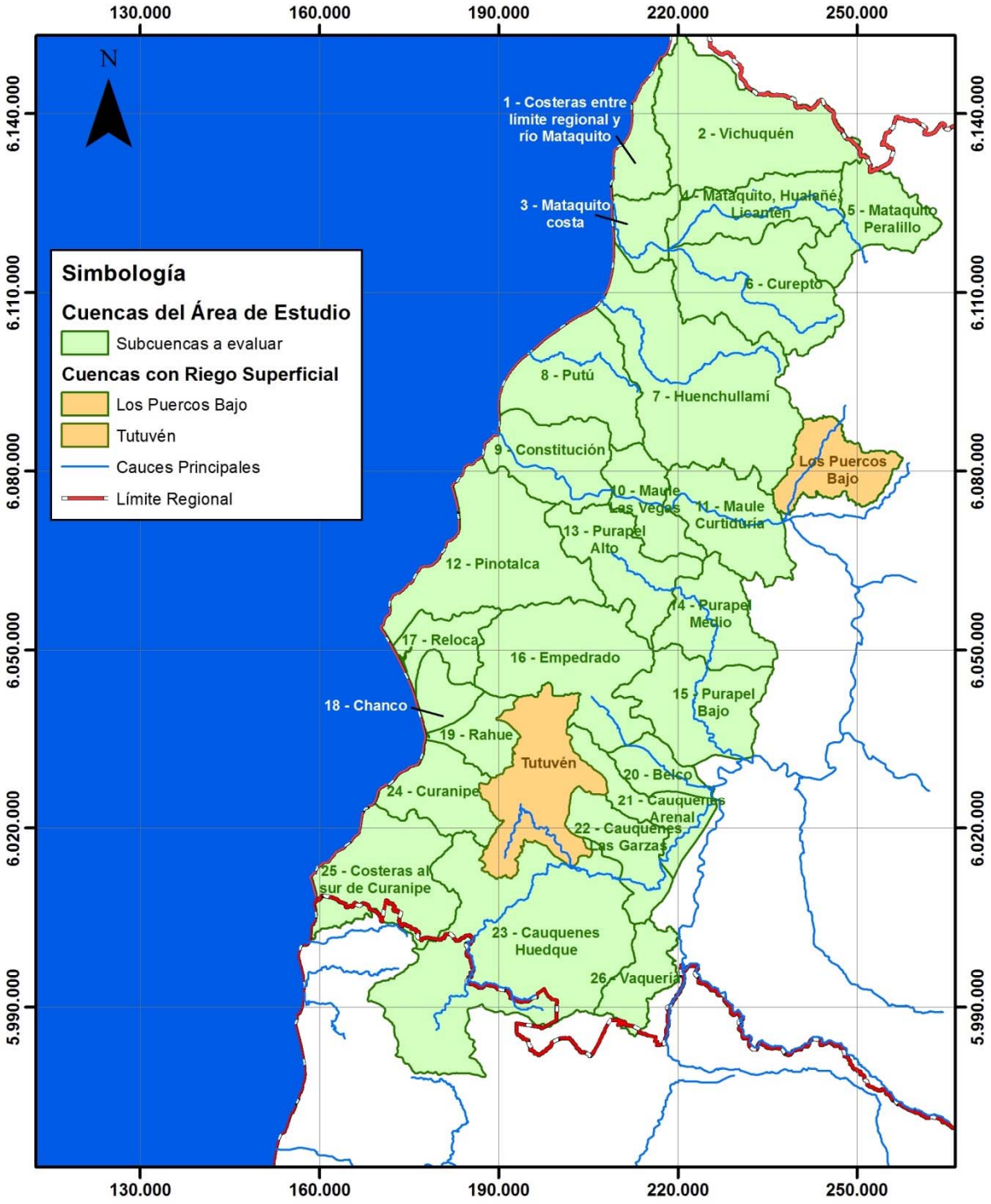
Se ha efectuado una caracterización de las cuencas a evaluar, a través de estudios básicos generados a partir de información disponible en estudios recopilados y de información obtenida directamente en terreno, como parte del presente trabajo.

A continuación se presentan los estudios básicos desarrollados, que incluyen: estudio socioeconómico, hidrología, geología e hidrogeología, uso actual y demanda de agua subterránea; estudio agronómico y estudio de calidad de aguas, para cada una de las 26 subcuencas que conforman el área de estudio (Figura 5.1-1).

5.2 Estudio Socioeconómico

Para el presente estudio, que tiene como objetivo realizar una caracterización de la población en base a variables como análisis de género, población urbana y rural, presencia indígena, migración, grupo etario, entre otras, se han determinado la o las comunas a que cada una de las cuencas pertenece, así como también, se ha determinado la presencia de localidades urbanas en dichas cuencas. En la Tabla 5.2-1 se presenta dicha información.

Figura 5.1-1
Subcuencas Secano Costero Región del Maule



Coordenadas en Datum WGS 1984, Huso 19 S.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.2-1
Comunas y Localidades Urbanas para Subcuencas en Estudio[1]

Nº	Subcuenca	Comunas	Localidades Urbanas
1	Costeras entre límite regional y río Mataquito	Licantén y Vichuquén	Iloca
2	Vichuquén	Vichuquén y Hualañé	-
3	Mataquito Costa	Licantén y Curepto	-
4	Mataquito Hualañé Licantén	Licantén, Curepto y Hualañé	Hualañé y Licantén
5	Mataquito Peralillo	Hualañé y Curepto	-
6	Curepto	Curepto	Curepto
7	Huenchullamí	Curepto, Constitución y Pencahue	Gualleco
8	Putú	Constitución	Putú
9	Constitución	Constitución	Constitución
10	Maule Las Vegas	Constitución y San Javier	
11	Maule Curtiduría	San Javier, Pencahue y Constitución	
12	Pinotalca	Constitución, Empedrado y Chanco	-
13	Purapel Alto	Constitución, San Javier y Empedrado	-
14	Purapel Medio	San Javier	-
15	Purapel Bajo	San Javier, Cauquenes y Empedrado	-
16	Empedrado	Empedrado, Cauquenes y Chanco	Empedrado
17	Reloca	Chanco y Empedrado	-
18	Chanco	Chanco	Chanco
19	Rahue	Chanco y Pelluhue	-
20	Belco	Cauquenes	-
21	Cauquenes - Arenal	Cauquenes	-
22	Cauquenes - Las Garzas	Cauquenes	-
23	Cauquenes - Huedque	Cauquenes, Quirihue	-
24	Curanipe	Pelluhue y Chanco	Curanipe y Pelluhue
25	Costeras al sur de Curanipe	Pelluhue, Cauquenes y Cobquecura	-
26	Vaquería	Cauquenes	-

En base a la información del Censo 2002, del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), se ha caracterizado a la población de cada una de las cuencas en estudio, considerando factores como género, población urbana o rural, grupos étnicos y condiciones de migración. Los grupos étnicos considerados en el Censo corresponden a alacalufes, atacameños, aimaras, collas, mapuches, quechuas, rapa nui y yaganes.

También se ha incluido información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, la que proviene del Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO, ex MIDEPLAN), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

[1] En el presente estudio no se consideran las cuencas correspondientes a: Tutuvén, en la cual se encuentra la localidad urbana de Cauquenes; ni la parte baja del estero Los Puercos, ya que dichas cuencas no forman parte del secano por contar con riego superficial.

Para la determinación de la distribución del ingreso familiar se consideró el porcentaje de población de cada subcuenca en estudio que corresponde a hombres, mujeres y niños. Mediante este porcentaje se ponderó el ingreso familiar, generando la distribución de dicho ingreso. El porcentaje de población correspondiente a niños se determinó considerando como niños a la población de ambos sexos de edad entre 0 y 18 años.

A continuación se presenta la descripción de población e ingresos de cada cuenca en estudio.

5.2.1 Subcuenca Nº1: Costeras entre límite regional y río Mataquito

Esta cuenca se ubica en las comunas de Vichuquén y Licantén. La localidad urbana en la cuenca es Iloca.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-2
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
1.452	770	681	200	105	94	1.252	665	587

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-3
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	453	238	215	64	33	32	389	205	184
18 a 40 años	476	257	219	70	38	31	406	218	188
40 a 65 años	370	205	164	49	26	23	321	179	142
Mayor a 65 años	153	71	82	17	8	9	136	63	74

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-4
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	0	4	0	42	2	0	0	48

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-5
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,7	310.295	6,3%	12,6%	81,1%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-6
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
310.295	113.867	99.595	96.833

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a actividades económicas en la zona, se puede señalar que los predios de menor tamaño, ubicados principalmente en el sector costero, son destinados al turismo, mientras que los predios de mayor tamaño se ubican en las zonas altas y son eminentemente forestales.

Además del turismo y la actividad forestal, en la cuenca hay actividad agrícola, que incluye praderas naturales que sostienen ganado bovino y ovino; cultivos anuales y cultivo de papayo en algunos sectores específicos (Lipimávida).

5.2.2 Subcuenca Nº2: Vichuquén

Esta cuenca está ubicada en las comunas de Vichuquén, Hualañé y Licantén. No hay localidades urbanas en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-7
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
3.721	1.988	1.733	0	0	0	3.721	1.988	1.733

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-8
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	1.141	587	554	0	0	0	1.141	587	554
18 a 40 años	1.192	639	553	0	0	0	1.192	639	553
40 a 65 años	988	556	432	0	0	0	988	556	432
Mayor a 65 años	401	207	194	0	0	0	401	207	194

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-9
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
1	0	21	0	90	5	0	0	117

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-10
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,9	262.481	7,5%	16,2%	76,3%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-11
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
262.481	98.871	83.124	80.487

Fuente: Elaboración propia.

Las actividades económicas en esta cuenca son forestal y agricultura de secano (pradera natural) para sostener ganado bovino y ovino. Un porcentaje menor, del orden de 30% de los predios de uso agrícola, dispone de riego. También se observan algunos frutales, como olivos, papayos, limoneros y durazneros.

5.2.3 Subcuenca Nº3: Mataquito Costa

Esta cuenca se encuentra ubicada en las comunas de Curepto, Licantén y Vichuquén. No hay localidades urbanas en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-12
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
1.104	588	515	0	0	0	1.104	588	515

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-13
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	338	180	157	0	0	0	338	180	157
18 a 40 años	350	189	160	0	0	0	350	189	160
40 a 65 años	288	161	128	0	0	0	288	161	128
Mayor a 65 años	128	58	70	0	0	0	128	58	70

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-14
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	0	0	0	35	1	0	0	36

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-15
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,8	317.462	7,2%	15,1%	77,7%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-16
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
317.462	117.354	103.023	97.086

Fuente: Elaboración propia.

La agricultura desarrollada en el área es de riego y secano. La primera condición se consigue a través de elevaciones mecánicas, lo cual no es generalizado, debido a los escasos recursos disponibles para el riego.

En el sector de La Pesca, aledaño a la costa, existen pequeños propietarios con ganado y algunas plantaciones de papayos. En este sector la gente se dedica a la pesca y al turismo.

En el sector de Los Gauchos se aprecian terreno inundados y con engorda intensiva de ganado bovino. Al lado izquierdo de la carretera, donde no existen problemas de drenaje, se constatan siembras de trigo y terrenos con pradera natural dedicados a la ganadería bovina. En los suelos regados se cultiva maíz, papas y alfalfa, en tanto que en los de secano se siembra arveja, garbanzo y trigo.

El sector de Lora es ganadero, aunque también explotan rubros como trigo, porotos, papas y tomates, cuya producción es comercializada en Curicó. Los frutales son sólo para autoconsumo.

5.2.4 Subcuenca Nº4: Mataquito – Hualañé – Licantén

Esta cuenca se ubica en las comunas de Curepto, Hualañé, Licantén y Vichuquén. Las localidades urbanas en la cuenca son Hualañé y Licantén.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-17
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
11.196	5.798	5.397	9.032	4.638	4.395	2.163	1.161	1.002

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-18
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	3.535	1.798	1.737	2.889	1.454	1.434	647	344	303
18 a 40 años	3.703	1.956	1.748	3.033	1.591	1.443	670	365	305
40 a 65 años	2.882	1.529	1.353	2.298	1.203	1.096	584	326	258
Mayor a 65 años	1.075	515	560	812	390	422	263	126	137

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-19
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	0	0	0	51	2	0	0	53

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-20
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,8	277.570	8,7%	18,3%	73,0%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-21
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
277.570	99.178	90.746	87.646

Fuente: Elaboración propia.

La agricultura desarrollada en el área es de riego y secano. La primera condición se consigue a través de elevaciones mecánicas, lo cual no es generalizado, debido a los escasos recursos disponibles para el riego. Los entrevistados indican que la ganadería ha disminuido, ya que los cultivos explotados son más rentables. Asimismo, como han tenido lugar años secos, el pasto en los cerros ha escaseado, lo que ha obligado a los productores de ese sector a vender el ganado.

5.2.5 Subcuenca Nº5: Mataquito – Peralillo

La cuenca de Mataquito – Peralillo se extiende por las comunas de Hualañé y Curepto. No hay localidades urbanas en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-22
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
1.685	910	776	0	0	0	1.685	910	776

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-23
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	501	260	241	0	0	0	501	260	241
18 a 40 años	507	275	232	0	0	0	507	275	232
40 a 65 años	472	266	207	0	0	0	472	266	207
Mayor a 65 años	205	108	96	0	0	0	205	108	96

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-24
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
1	0	0	0	30	1	0	0	32

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-25
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
4,1	265.981	9,0%	22,8%	68,2%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-26
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
265.981	102.457	84.389	79.135

Fuente: Elaboración propia.

Como actividad económica del sector se realiza la agricultura de riego y secano. El riego se efectúa a través de elevaciones mecánicas, pero debido a los escasos recursos disponibles para el riego, dicha condición es poco frecuente.

5.2.6 Subcuenca Nº6: Curepto

Esta cuenca se ubica en la comuna de Curepto, aunque una pequeña parte de ella se ubica en las comunas de Licantén y Pencahue. La localidad urbana en la cuenca es Curepto.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-27
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
6.035	3.169	2.866	3.016	1.519	1.497	3.019	1.650	1.368

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-28
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	1.835	949	885	1.007	508	499	828	441	387
18 a 40 años	1.794	958	836	913	466	447	882	492	390
40 a 65 años	1.678	908	769	791	410	381	886	498	388
Mayor a 65 años	728	353	375	305	134	171	423	219	204

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-29
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	0	0	0	9	0	0	0	9

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-30
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,7	179.319	12,5%	22,6%	64,9%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-31
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
179.319	65.967	58.841	54.511

Fuente: Elaboración propia.

Según los agentes consultados, la actividad económica más importante del sector es la ganadería. Además de ésta y la agricultura, las otras actividades económicas de importancia son la forestal y la recolección de callampas en los cerros, las que son comercializadas en la localidad de Curepto.

5.2.7 Subcuenca Nº7: Huenchullamí

Esta cuenca se ubica en las comunas de Constitución, Curepto y Pencahue. La localidad urbana en la cuenca es Gualleco.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-32
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
5.401	2.943	2.458	159	80	79	5.242	2.863	2.380

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-33
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	1.603	843	760	53	27	26	1.550	816	734
18 a 40 años	1.677	921	756	48	25	24	1.629	896	732
40 a 65 años	1.478	839	639	42	22	20	1.436	817	619
Mayor a 65 años	643	340	304	16	7	9	627	333	295

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-34
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
1	0	0	0	92	0	0	1	94

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-35
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,9	225.911	9,7%	21,7%	68,6%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-36
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
225.911	87.816	71.047	67.049

Fuente: Elaboración propia.

Las actividades económicas principales en este sector son la ganadería y las viñas conducidas en cabeza.

5.2.8 Subcuenca Nº8: Putú

Esta cuenca se ubica en la comuna de Constitución. La localidad urbana en la cuenca es Putú.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-37
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
5.956	3.064	2.892	3.739	1.868	1.871	2.217	1.196	1.022

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-38
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	2.168	1.123	1.045	1.375	701	673	793	421	372
18 a 40 años	2.082	1.057	1.025	1.337	665	672	745	392	353
40 a 65 años	1.314	689	626	815	408	407	500	281	219
Mayor a 65 años	392	195	197	213	94	119	179	101	78

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-39
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
1	1	0	0	140	0	0	1	143

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-40
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
4,1	314.207	7,3%	28,1%	64,6%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-41
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
314.207	102.398	97.439	114.371

Fuente: Elaboración propia.

Las principales actividades económicas del sector son el turismo, en época estival, la agricultura y la ganadería.

5.2.9 Subcuenca Nº9: Constitución

Esta cuenca se ubica en la comuna de Constitución. La localidad urbana en la cuenca es Constitución.
La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-42
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
35.361	17.737	17.624	33.649	16.814	16.835	1.712	923	789

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-43
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	12.985	6.638	6.347	12.372	6.313	6.060	612	325	287
18 a 40 años	12.608	6.291	6.317	12.033	5.989	6.044	575	302	272
40 a 65 años	7.716	3.886	3.830	7.331	3.669	3.661	386	217	169
Mayor a 65 años	2.052	922	1.130	1.913	843	1.070	139	78	60

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-44
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
1	1	0	0	108	0	0	1	111

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-45
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
4,1	314.207	7,3%	28,1%	64,6%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-46
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
314.207	98.622	100.207	115.378

Fuente: Elaboración propia.

La principal actividad económica de este sector es la forestal, como se observa del uso de suelos. La actividad agropecuaria es muy reducida.

5.2.10 Subcuenca Nº10: Maule – Las Vegas

Esta cuenca se ubica en las comunas de Constitución, San Javier y Pencahue. No hay localidades urbanas en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-47
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
1.367	730	637	0	0	0	1.367	730	637

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-48
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	462	244	218	0	0	0	462	244	218
18 a 40 años	450	237	214	0	0	0	450	237	214
40 a 65 años	331	182	148	0	0	0	331	182	148
Mayor a 65 años	124	67	57	0	0	0	124	67	57

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-49
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	0	0	0	60	0	0	1	61

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-50
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
4,0	330.820	7,2%	23,6%	69,1%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-51
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
330.820	117.588	101.442	111.791

Fuente: Elaboración propia.

Las fuentes de trabajo en esta área son escasas y están ligadas a la actividad forestal, sector cuyas labores son mayoritariamente mecanizadas. De esta manera, las expectativas laborales de la población son mínimas, y una alternativa es la recolección de callampas en los bosques.

5.2.11 Subcuenca Nº11: Maule - Curtiduría

Esta cuenca se ubica en las comunas de Constitución, San Javier y Pencahue. No hay localidades urbanas en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-52
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
2.678	1.431	1.246	0	0	0	2.678	1.431	1.246

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-53
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	808	419	389	0	0	0	808	419	389
18 a 40 años	866	464	403	0	0	0	866	464	403
40 a 65 años	720	401	319	0	0	0	720	401	319
Mayor a 65 años	284	148	136	0	0	0	284	148	136

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-54
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	0	0	0	35	0	0	1	36

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-55
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,9	312.907	6,4%	12,5%	81,1%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-56
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
312.907	118.332	100.203	94.372

Fuente: Elaboración propia.

La agricultura, principalmente, y la ganadería son las actividades económicas más importantes de este sector. Los agricultores se han resistido a vender sus predios a las empresas forestales y han introducido otras especies de cultivo para su diversificación.

5.2.12 Subcuenca Nº12: Pinotalca

Esta cuenca se ubica en las comunas de Chanco, Constitución y Empedrado. No hay localidades urbanas en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-57
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
3.062	1.649	1.413	0	0	0	3.062	1.649	1.413

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-58
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	1.046	551	495	0	0	0	1.046	551	495
18 a 40 años	1.019	535	484	0	0	0	1.019	535	484
40 a 65 años	727	413	314	0	0	0	727	413	314
Mayor a 65 años	270	150	120	0	0	0	270	150	120

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-59
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
1	1	0	0	147	0	0	1	150

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-60
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
4,1	272.530	8,7%	30,5%	60,8%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-61
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
272.530	97.669	81.754	93.106

Fuente: Elaboración propia.

En el sector norponiente y en la parte interior de la cuenca se desarrolla una intensa actividad forestal. Hacia el límite sur se desarrolla la agricultura, mientras que en toda la cuenca existen sectores destinados a la actividad ganadera.

5.2.13 Subcuenca Nº13: Purapel Alto

Esta cuenca se ubica en las comunas de Constitución, Empedrado y San Javier. No hay localidades urbanas en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-62
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
2.241	1.194	1.047	0	0	0	2.241	1.194	1.047

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-63
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	744	392	352	0	0	0	744	392	352
18 a 40 años	734	385	349	0	0	0	734	385	349
40 a 65 años	553	304	249	0	0	0	553	304	249
Mayor a 65 años	210	112	98	0	0	0	210	112	98

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-64
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
1	0	0	0	86	0	0	1	88

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-65
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
4,0	331.288	7,4%	22,7%	70,0%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-66
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
331.288	118.482	102.867	109.940

Fuente: Elaboración propia.

La principal actividad económica de este sector es la actividad forestal. Hacia el interior de esta cuenca se observa una actividad agrícola más desarrollada.

5.2.14 Subcuenca Nº14: Purapel Medio

Esta cuenca se ubica en las comunas de Empedrado y San Javier. No hay localidades urbanas en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-67
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
2.768	1.458	1.310	0	0	0	2.768	1.458	1.310

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-68
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	857	449	408	0	0	0	857	449	408
18 a 40 años	734	385	349	0	0	0	734	385	349
40 a 65 años	735	396	339	0	0	0	735	396	339
Mayor a 65 años	290	149	141	0	0	0	290	149	141

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-69
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
1	0	0	0	46	0	0	1	48

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-70
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,9	372.832	7,1%	12,2%	80,7%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-71
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
372.832	135.867	121.566	115.399

Fuente: Elaboración propia.

Las principales actividades de este sector son la forestal, y la agricultura con siembras de trigo y vitivinícolas.

5.2.15 Subcuenca Nº15: Purapel Bajo

Esta cuenca se ubica en las comunas de Cauquenes, Empedrado y San Javier. No hay localidades urbanas en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-72
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
2.473	1.310	1.162	0	0	0	2.473	1.310	1.162

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-73
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	750	395	355	0	0	0	750	395	355
18 a 40 años	776	408	368	0	0	0	776	408	368
40 a 65 años	668	364	305	0	0	0	668	364	305
Mayor a 65 años	279	144	134	0	0	0	279	144	134

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-74
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	0	0	0	47	0	0	1	48

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-75
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,9	305.752	9,0%	21,4%	69,6%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-76
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
305.752	113.228	99.848	92.676

Fuente: Elaboración propia.

La actividad económica en este sector es pequeña, y la producción agrícola y ganadera es, principalmente, para autoconsumo. En el valle de Sauzal existe un desarrollo algo mayor de la actividad agropecuaria.

5.2.16 Subcuenca Nº16: Empedrado

Esta cuenca se ubica en las comunas de Empedrado, Chanco y Cauquenes. La localidad urbana en la cuenca es Empedrado.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-77
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
4.569	2.403	2.167	2.511	1.296	1.215	2.058	1.107	952

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-78
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	1.605	825	780	980	499	481	625	326	299
18 a 40 años	1.497	777	719	842	434	408	655	343	311
40 a 65 años	1.073	593	480	524	279	245	549	314	235
Mayor a 65 años	394	207	187	165	84	81	229	123	106

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-79
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	0	0	0	52	0	0	0	52

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-80
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
4,1	225.442	10,5%	33,2%	56,3%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-81
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
225.442	77.838	68.412	79.193

Fuente: Elaboración propia.

En esta cuenca se desarrolla la agricultura como actividad económica, así como la actividad forestal y la ganadería en los sectores bajos.

5.2.17 Subcuenca Nº17: Reloca

Esta cuenca está ubicada en las comunas de Chanco y Empedrado. No hay localidades urbanas presentes en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-82
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
1.326	710	616	0	0	0	1.326	710	616

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-83
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	434	229	205	0	0	0	434	229	205
18 a 40 años	437	229	208	0	0	0	437	229	208
40 a 65 años	329	185	144	0	0	0	329	185	144
Mayor a 65 años	125	66	59	0	0	0	125	66	59

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-84
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	0	0	0	22	0	0	0	22

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-85
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,9	280.398	9,3%	20,2%	70,3%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-86
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
280.398	101.709	86.900	91.789

Fuente: Elaboración propia.

La agricultura, la ganadería y la actividad forestal son las principales actividades económicas de este sector.

5.2.18 Subcuenca Nº18: Chanco

Esta cuenca se ubica en las comunas de Chanco y Pelluhue. La localidad urbana en la cuenca es Chanco.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-87
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
4.974	2.463	2.511	4.043	1.964	2.079	931	499	432

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-88
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	1.690	875	815	1.385	714	671	305	161	144
18 a 40 años	1.557	748	809	1.250	587	663	307	161	146
40 a 65 años	1.215	603	612	984	473	511	231	130	101
Mayor a 65 años	512	236	275	424	190	234	88	46	41

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-89
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	0	0	0	15	0	0	0	15

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-90
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,9	282.874	9,3%	19,8%	70,9%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-91
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
282.874	90.288	96.480	96.106

Fuente: Elaboración propia.

Las actividades económicas en la cuenca son: forestal, con plantaciones de eucaliptus y pinos, y silvoagropecuarias, con pradera natural para sostener ganado bovino y ovino.

Además de lo anterior, existen algunos sectores con cultivos anuales, como cebada, trigo y papas, y también con algunos frutales como frutillas, limoneros y naranjos.

5.2.19 Subcuenca Nº19: Rahue

Esta cuenca se ubica en las comunas de Chanco, Pelluhue y Cauquenes. No hay localidades urbanas en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-92
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
1.204	645	558	0	0	0	1.204	645	558

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-93
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	394	208	186	0	0	0	394	208	186
18 a 40 años	397	209	188	0	0	0	397	209	188
40 a 65 años	299	168	131	0	0	0	299	168	131
Mayor a 65 años	114	60	54	0	0	0	114	60	54

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-94
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	0	0	0	19	0	0	0	19

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-95
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,9	282.623	9,4%	19,7%	70,9%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-96
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
282.623	102.678	87.531	92.414

Fuente: Elaboración propia.

La actividad económica principal de esta cuenca es la agricultura, y en menor medida la ganadería.

5.2.20 Subcuenca Nº20: Belco

Esta cuenca está ubicada íntegramente en la comuna de Cauquenes. No hay localidades urbanas en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-97
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
510	273	236	0	0	0	510	273	236

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-98
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	145	79	67	0	0	0	145	79	67
18 a 40 años	149	79	69	0	0	0	149	79	69
40 a 65 años	145	79	66	0	0	0	145	79	66
Mayor a 65 años	70	36	34	0	0	0	70	36	34

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-99
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	0	0	0	11	0	0	0	11

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-100
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,6	283.612	10,2%	23,2%	66,6%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-101
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
283.612	108.359	94.332	80.921

Fuente: Elaboración propia.

La agricultura, la ganadería y la actividad forestal son las principales actividades económicas de este sector.

5.2.21 Subcuenca Nº21: Cauquenes – Arenal

Esta cuenca está ubicada íntegramente en la comuna de Cauquenes. No hay localidades urbanas en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-102
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
819	440	380	0	0	0	819	440	380

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-103
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	234	127	107	0	0	0	234	127	107
18 a 40 años	239	128	111	0	0	0	239	128	111
40 a 65 años	233	127	106	0	0	0	233	127	106
Mayor a 65 años	113	58	55	0	0	0	113	58	55

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-104
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	0	0	0	17	0	0	0	17

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-105
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,6	283.612	10,2%	23,2%	66,6%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-106
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
283.612	108.359	94.332	80.921

Fuente: Elaboración propia.

La actividad económica principal de esta cuenca es la agricultura, y en menor medida la ganadería ovina.

5.2.22 Subcuenca Nº22: Cauquenes – Las Garzas

Esta cuenca está ubicada íntegramente en la comuna de Cauquenes. No hay localidades urbanas en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-107
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
930	499	431	0	0	0	930	499	431

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-108
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	265	144	122	0	0	0	265	144	122
18 a 40 años	271	145	126	0	0	0	271	145	126
40 a 65 años	265	144	121	0	0	0	265	144	121
Mayor a 65 años	128	66	62	0	0	0	128	66	62

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-109
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	0	0	0	20	0	0	0	20

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-110
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,6	283.612	10,2%	23,2%	66,6%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-111
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
283.612	108.359	94.332	80.921

Fuente: Elaboración propia.

La actividad económica principal de esta cuenca es la agricultura, y en menor medida la ganadería ovina.

5.2.23 Subcuenca Nº23: Cauquenes – Huedque

Esta cuenca está ubicada en las comunas de Cauquenes, Pelluhue y Quirihue. No hay localidades urbanas en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-112
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
8.315	4.612	3.703	0	0	0	8.315	4.612	3.703

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-113
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	2.988	1.664	1.324	0	0	0	2.988	1.664	1.324
18 a 40 años	3.010	1.668	1.342	0	0	0	3.010	1.668	1.342
40 a 65 años	1.571	884	687	0	0	0	1.571	884	687
Mayor a 65 años	746	396	350	0	0	0	746	396	350

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-114
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	1	0	0	122	1	2	2	128

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-115
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,6	283.612	10,2%	23,2%	66,6%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-116
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
283.612	100.548	81.141	101.923

Fuente: Elaboración propia.

La actividad económica principal de esta cuenca es la agricultura, y en menor medida la ganadería.

5.2.24 Subcuenca Nº24: Curanipe

Esta cuenca se ubica en las comunas de Pelluhue, Chanco y Cauquenes. Las localidades urbanas en la cuenca son Curanipe y Pelluhue.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-117
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
5.384	2.809	2.575	3.915	1.979	1.936	1.469	830	639

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-118
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	1.763	888	876	1.330	659	671	433	229	205
18 a 40 años	1.707	899	808	1.224	608	616	483	291	192
40 a 65 años	1.372	744	628	990	528	462	382	216	166
Mayor a 65 años	541	278	264	371	184	187	170	94	77

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-119
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	0	0	0	20	0	0	0	20

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-120
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
4,1	271.454	12,0%	17,1%	70,9%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-121
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
271.454	96.858	85.685	88.911

Fuente: Elaboración propia.

En el sector de Pelluhue la principal actividad económica es la agricultura, seguida de la ganadería. En las cercanías de Curanipe aumenta la importancia de la actividad forestal, mientras que disminuye la de la agropecuaria.

5.2.25 Subcuenca Nº25: Costeras al Sur de Curanipe

Esta cuenca está ubicada en las comunas de Cauquenes, Pelluhue y Cobquecura. No hay localidades urbanas en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-122
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
2.982	1.660	1.322	0	0	0	2.982	1.660	1.322

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-123
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	981	527	454	0	0	0	981	527	454
18 a 40 años	1.041	600	441	0	0	0	1.041	600	441
40 a 65 años	656	369	287	0	0	0	656	369	287
Mayor a 65 años	304	164	140	0	0	0	304	164	140

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-124
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	1	0	1	41	0	0	0	43

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-125
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,9	274.742	11,6%	19,1%	69,3%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-126
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
274.742	104.356	79.982	90.404

Fuente: Elaboración propia.

La actividad económica en la zona corresponde principalmente a plantaciones forestales y praderas naturales de secano que sostienen ganado bovino y ovino.

En menor escala, existen algunos sectores con cultivos tradicionales, donde destaca el trigo y entre los frutales, la producción de frutillas.

5.2.26 Subcuenca Nº26: Vaquería

Esta cuenca está ubicada íntegramente en la comuna de Cauquenes. No hay localidades urbanas en la cuenca, por lo que el total de la población es considerado considerada rural.

La distribución de la población de la cuenca se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 5.2-127
Población de la cuenca

Población Total			Población Urbana			Población Rural		
Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
646	346	299	0	0	0	646	346	299

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-128
Población por rango etario de la cuenca

Rango Etario	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
0 a 18 años	184	100	84	0	0	0	184	100	84
18 a 40 años	188	101	88	0	0	0	188	101	88
40 a 65 años	184	100	84	0	0	0	184	100	84
Mayor a 65 años	89	46	43	0	0	0	89	46	43

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-129
Población por grupo étnico de la cuenca

Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
0	0	0	0	14	0	0	0	14

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

En las siguientes tablas se presenta la información de ingresos familiares y de tamaño y conformación de los hogares, así como la distribución del ingreso familiar.

Tabla 5.2-130
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza

Tamaño promedio de hogar (personas)	Ingreso Familiar ($)	Porcentaje de población		
		Indigente	Pobre	No Pobre
3,6	283.612	10,2%	23,2%	66,6%

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

Tabla 5.2-131
Distribución del ingreso familiar

Ingreso Familiar ($)	Distribución del Ingreso (Ingreso per Cápita) ($)		
	Hombre	Mujer	Niño
283.612	108.359	94.332	80.921

Fuente: Elaboración propia.

La actividad económica en la zona incluye actividades asociadas a la actividad silvoagropecuaria de secano, es decir praderas naturales para sostener ganado bovino.

En sectores específicos se cultiva trigo y garbanzo. También se observan algunos viñedos, olivos y huertos de autoconsumo.

5.2.27 Resumen de Información Socioeconómica

La información presentada en los acápites anteriores se resume en las tablas que se presentan a continuación.

Tabla 5.2-132
Población total de las cuencas consideradas en el área de estudio

Nº	Cuenca	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
		Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
1	Costeras entre límite regional y río Mataquito	1.452	771	680	200	105	95	1.252	665	588
2	Vichuquén	3.722	1.989	1.733	0	0	0	3.722	1.989	1.733
3	Mataquito Costa	1.104	588	515	0	0	0	1.104	588	515
4	Mataquito - Hualañé - Licantén	11.195	5.798	5.398	9.032	4.638	4.395	2.164	1.161	1.003
5	Mataquito - Peralillo	1.685	909	776	0	0	0	1.685	909	776
6	Curepto	6.035	3.168	2.865	3.016	1.518	1.498	3.019	1.650	1.369
7	Huenchullamí	5.401	2.943	2.459	159	81	79	5.242	2.862	2.380
8	Putú	5.956	3.064	2.893	3.740	1.868	1.871	2.217	1.195	1.022
9	Constitución	35.361	17.737	17.624	33.649	16.814	16.835	1.712	922	788
10	Maule - Las Vegas	1.367	730	637	0	0	0	1.367	730	637
11	Maule - Curtiduría	2.678	1.432	1.247	0	0	0	2.678	1.432	1.247
12	Pinotalca	3.062	1.649	1.413	0	0	0	3.062	1.649	1.413
13	Purapel Alto	2.241	1.193	1.048	0	0	0	2.241	1.193	1.048
14	Purapel Medio	2.768	1.458	1.310	0	0	0	2.768	1.458	1.310
15	Purapel Bajo	2.473	1.311	1.162	0	0	0	2.473	1.311	1.162
16	Empedrado	4.569	2.402	2.166	2.511	1.296	1.215	2.058	1.106	951
17	Reloca	1.325	709	616	0	0	0	1.325	709	616
18	Chanco	4.974	2.462	2.511	4.043	1.964	2.079	931	498	432
19	Rahue	1.204	645	559	0	0	0	1.204	645	559
20	Belco	509	273	236	0	0	0	509	273	236
21	Cauquenes - Arenal	819	440	379	0	0	0	819	440	379
22	Cauquenes - Las Garzas	929	499	431	0	0	0	929	499	431
23	Cauquenes - Huedque	8.315	4.612	3.703	0	0	0	8.315	4.612	3.703
24	Curanipe	5.383	2.809	2.576	3.915	1.979	1.936	1.468	830	640
25	Costeras al sur de Curanipe	2.982	1.660	1.322	0	0	0	2.982	1.660	1.322
26	Vaquería	645	347	299	0	0	0	645	347	299

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-133
Población de las cuencas consideradas en el área de estudio para el rango etario de 0 a 18 años

Nº	Cuenca	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
		Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
1	Costeras entre límite regional y río Mataquito	453	238	215	64	33	32	389	205	184
2	Vichuquén	1.141	587	554	0	0	0	1.141	587	554
3	Mataquito Costa	338	180	157	0	0	0	338	180	157
4	Mataquito - Hualañé - Licantén	3.535	1.798	1.737	2.889	1.454	1.434	647	344	303
5	Mataquito - Peralillo	501	260	241	0	0	0	501	260	241
6	Curepto	1.835	949	885	1.007	508	499	828	441	387
7	Huenchullamí	1.603	843	760	53	27	26	1.550	816	734
8	Putú	2.168	1.123	1.045	1.375	701	673	793	421	372
9	Constitución	12.985	6.638	6.347	12.372	6.313	6.060	612	325	287
10	Maule - Las Vegas	462	244	218	0	0	0	462	244	218
11	Maule - Curtiduría	808	419	389	0	0	0	808	419	389
12	Pinotalca	1.046	551	495	0	0	0	1.046	551	495
13	Purapel Alto	744	392	352	0	0	0	744	392	352
14	Purapel Medio	857	449	408	0	0	0	857	449	408
15	Purapel Bajo	750	395	355	0	0	0	750	395	355
16	Empedrado	1.605	825	780	980	499	481	625	326	299
17	Reloca	434	229	205	0	0	0	434	229	205
18	Chanco	1.690	875	815	1.385	714	671	305	161	144
19	Rahue	394	208	186	0	0	0	394	208	186
20	Belco	145	79	67	0	0	0	145	79	67
21	Cauquenes - Arenal	234	127	107	0	0	0	234	127	107
22	Cauquenes - Las Garzas	265	144	122	0	0	0	265	144	122
23	Cauquenes - Huedque	2.988	1.664	1.324	0	0	0	2.988	1.664	1.324
24	Curanipe	1.763	888	876	1.330	659	671	433	229	205
25	Costeras al sur de Curanipe	981	527	454	0	0	0	981	527	454
26	Vaquería	184	100	84	0	0	0	184	100	84

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-134
Población de las cuencas consideradas en el área de estudio para el rango etario de 18 a 40 años

Nº	Cuenca	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
		Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
1	Costeras entre límite regional y río Mataquito	476	257	219	70	38	31	406	218	188
2	Vichuquén	1.192	639	553	0	0	0	1.192	639	553
3	Mataquito Costa	350	189	160	0	0	0	350	189	160
4	Mataquito - Hualañé - Licantén	3.703	1.956	1.748	3.033	1.591	1.443	670	365	305
5	Mataquito - Peralillo	507	275	232	0	0	0	507	275	232
6	Curepto	1.794	958	836	913	466	447	882	492	390
7	Huenchullamí	1.677	921	756	48	25	24	1.629	896	732
8	Putú	2.082	1.057	1.025	1.337	665	672	745	392	353
9	Constitución	12.608	6.291	6.317	12.033	5.989	6.044	575	302	272
10	Maule - Las Vegas	450	237	214	0	0	0	450	237	214
11	Maule - Curtiduría	866	464	403	0	0	0	866	464	403
12	Pinotalca	1.019	535	484	0	0	0	1.019	535	484
13	Purapel Alto	734	385	349	0	0	0	734	385	349
14	Purapel Medio	886	464	422	0	0	0	886	464	422
15	Purapel Bajo	776	408	368	0	0	0	776	408	368
16	Empedrado	1.497	777	719	842	434	408	655	343	311
17	Reloca	437	229	208	0	0	0	437	229	208
18	Chanco	1.557	748	809	1.250	587	663	307	161	146
19	Rahue	397	209	188	0	0	0	397	209	188
20	Belco	149	79	69	0	0	0	149	79	69
21	Cauquenes - Arenal	239	128	111	0	0	0	239	128	111
22	Cauquenes - Las Garzas	271	145	126	0	0	0	271	145	126
23	Cauquenes - Huedque	3.010	1.668	1.342	0	0	0	3.010	1.668	1.342
24	Curanipe	1.707	899	808	1.224	608	616	483	291	192
25	Costeras al sur de Curanipe	1.041	600	441	0	0	0	1.041	600	441
26	Vaquería	188	101	88	0	0	0	188	101	88

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-135
Población de las cuencas consideradas en el área de estudio para el rango etario de 40 a 65 años

Nº	Cuenca	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
		Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
1	Costeras entre límite regional y río Mataquito	370	205	164	49	26	23	321	179	142
2	Vichuquén	988	556	432	0	0	0	988	556	432
3	Mataquito Costa	288	161	128	0	0	0	288	161	128
4	Mataquito - Hualañé - Licantén	2.882	1.529	1.353	2.298	1.203	1.096	584	326	258
5	Mataquito - Peralillo	472	266	207	0	0	0	472	266	207
6	Curepto	1.678	908	769	791	410	381	886	498	388
7	Huenchullamí	1.478	839	639	42	22	20	1.436	817	619
8	Putú	1.314	689	626	815	408	407	500	281	219
9	Constitución	7.716	3.886	3.830	7.331	3.669	3.661	386	217	169
10	Maule - Las Vegas	331	182	148	0	0	0	331	182	148
11	Maule - Curtiduría	720	401	319	0	0	0	720	401	319
12	Pinotalca	727	413	314	0	0	0	727	413	314
13	Purapel Alto	553	304	249	0	0	0	553	304	249
14	Purapel Medio	735	396	339	0	0	0	735	396	339
15	Purapel Bajo	668	364	305	0	0	0	668	364	305
16	Empedrado	1.073	593	480	524	279	245	549	314	235
17	Reloca	329	185	144	0	0	0	329	185	144
18	Chanco	1.215	603	612	984	473	511	231	130	101
19	Rahue	299	168	131	0	0	0	299	168	131
20	Belco	145	79	66	0	0	0	145	79	66
21	Cauquenes - Arenal	233	127	106	0	0	0	233	127	106
22	Cauquenes - Las Garzas	265	144	121	0	0	0	265	144	121
23	Cauquenes - Huedque	1.571	884	687	0	0	0	1.571	884	687
24	Curanipe	1.372	744	628	990	528	462	382	216	166
25	Costeras al sur de Curanipe	656	369	287	0	0	0	656	369	287
26	Vaquería	184	100	84	0	0	0	184	100	84

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-136
Población de las cuencas consideradas en el área de estudio para el rango etario mayor de 65 años

Nº	Cuenca	Población Total			Población Urbana			Población Rural		
		Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
1	Costeras entre límite regional y río Mataquito	153	71	82	17	8	9	136	63	74
2	Vichuquén	401	207	194	0	0	0	401	207	194
3	Mataquito Costa	128	58	70	0	0	0	128	58	70
4	Mataquito - Hualañé - Licantén	1.075	515	560	812	390	422	263	126	137
5	Mataquito - Peralillo	205	108	96	0	0	0	205	108	96
6	Curepto	728	353	375	305	134	171	423	219	204
7	Huenchullamí	643	340	304	16	7	9	627	333	295
8	Putú	392	195	197	213	94	119	179	101	78
9	Constitución	2.052	922	1.130	1.913	843	1.070	139	78	60
10	Maule - Las Vegas	124	67	57	0	0	0	124	67	57
11	Maule - Curtiduría	284	148	136	0	0	0	284	148	136
12	Pinotalca	270	150	120	0	0	0	270	150	120
13	Purapel Alto	210	112	98	0	0	0	210	112	98
14	Purapel Medio	290	149	141	0	0	0	290	149	141
15	Purapel Bajo	279	144	134	0	0	0	279	144	134
16	Empedrado	394	207	187	165	84	81	229	123	106
17	Reloca	125	66	59	0	0	0	125	66	59
18	Chanco	512	236	275	424	190	234	88	46	41
19	Rahue	114	60	54	0	0	0	114	60	54
20	Belco	70	36	34	0	0	0	70	36	34
21	Cauquenes - Arenal	113	58	55	0	0	0	113	58	55
22	Cauquenes - Las Garzas	128	66	62	0	0	0	128	66	62
23	Cauquenes - Huedque	746	396	350	0	0	0	746	396	350
24	Curanipe	541	278	264	371	184	187	170	94	77
25	Costeras al sur de Curanipe	304	164	140	0	0	0	304	164	140
26	Vaquería	89	46	43	0	0	0	89	46	43

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla 5.2-137
Población por grupo étnico de las cuencas consideradas en el área de estudio

Nº	Cuenca	Grupo Étnico								Población que pertenece a grupo étnico
		Alacalufe	Atacameño	Aimara	Colla	Mapuche	Quechua	Rapa Nui	Yamana	
1	Costeras entre límite regional y río Mataquito	0	0	4	0	42	2	0	0	48
2	Vichuquén	1	0	21	0	90	5	0	0	117
3	Mataquito Costa	0	0	0	0	35	1	0	0	36
4	Mataquito - Hualañé - Licantén	0	0	0	0	51	2	0	0	53
5	Mataquito - Peralillo	1	0	0	0	30	1	0	0	32
6	Curepto	0	0	0	0	9	0	0	0	9
7	Huenchullamí	1	0	0	0	92	0	0	1	94
8	Putú	1	1	0	0	140	0	0	1	143
9	Constitución	1	1	0	0	108	0	0	1	111
10	Maule - Las Vegas	0	0	0	0	60	0	0	1	61
11	Maule - Curtiduría	0	0	0	0	35	0	0	1	36
12	Pinotalca	1	1	0	0	147	0	0	1	150
13	Purapel Alto	1	0	0	0	86	0	0	1	88
14	Purapel Medio	1	0	0	0	46	0	0	1	48
15	Purapel Bajo	0	0	0	0	47	0	0	1	48
16	Empedrado	0	0	0	0	52	0	0	0	52
17	Reloca	0	0	0	0	22	0	0	0	22
18	Chanco	0	0	0	0	15	0	0	0	15
19	Rahue	0	0	0	0	19	0	0	0	19
20	Belco	0	0	0	0	11	0	0	0	11
21	Cauquenes - Arenal	0	0	0	0	17	0	0	0	17
22	Cauquenes - Las Garzas	0	0	0	0	20	0	0	0	20
23	Cauquenes - Huedque	0	1	0	0	122	1	2	2	128
24	Curanipe	0	0	0	0	20	0	0	0	20
25	Costeras al sur de Curanipe	0	1	0	1	41	0	0	0	43
26	Vaquería	0	0	0	0	14	0	0	0	14

Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas.

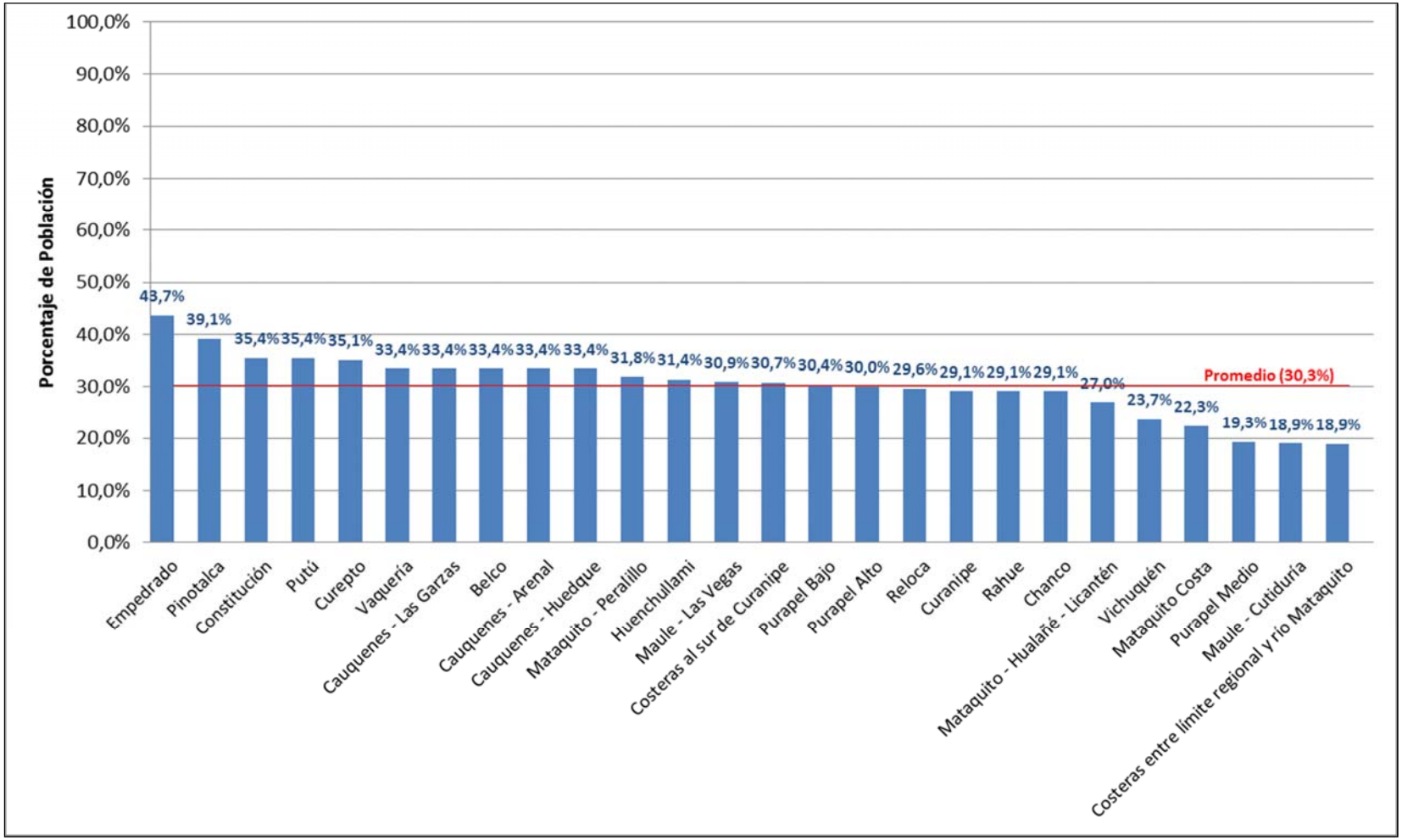
Tabla 5.2-138
Ingresos familiares, tamaño y conformación de hogares y línea de pobreza para las cuencas consideradas en el área de estudio

Nº	Cuenca	Ingreso Familiar Cuenca ($)	Promedio Personas por Hogar	Ingreso Familiar Distribuido (Ingreso per cápita) ($)		
				Hombre	Mujer	Niño
1	Costeras entre límite regional y río Mataquito	310.295	3,7	113.867	99.595	96.833
2	Vichuquén	262.481	3,9	98.871	83.124	80.487
3	Mataquito Costa	317.462	3,8	117.354	103.023	97.086
4	Mataquito - Hualañé - Licantén	277.570	3,8	99.178	90.746	87.646
5	Mataquito - Peralillo	265.981	4,1	102.457	84.389	79.135
6	Curepto	179.319	3,7	65.967	58.841	54.511
7	Huenchullamí	225.911	3,9	87.816	71.047	67.049
8	Putú	314.207	4,1	102.398	97.439	114.371
9	Constitución	314.207	4,1	98.622	100.207	115.378
10	Maule - Las Vegas	330.820	4,0	117.588	101.442	111.791
11	Maule - Curtiduría	312.907	3,9	118.332	100.203	94.372
12	Pinotalca	272.530	4,1	97.669	81.754	93.106
13	Purapel Alto	331.288	4,0	118.482	102.867	109.940
14	Purapel Medio	372.832	3,9	135.867	121.566	115.399
15	Purapel Bajo	305.752	3,9	113.228	99.848	92.676
16	Empedrado	225.442	4,1	77.838	68.412	79.193
17	Reloca	280.398	3,9	101.709	86.900	91.789
18	Chanco	282.874	3,9	90.288	96.480	96.106
19	Rahue	282.623	3,9	102.678	87.531	92.414
20	Belco	283.612	3,6	108.359	94.332	80.921
21	Cauquenes - Arenal	283.612	3,6	108.359	94.332	80.921
22	Cauquenes - Las Garzas	283.612	3,6	108.359	94.332	80.921
23	Cauquenes - Huedque	283.612	3,6	100.548	81.141	101.923
24	Curanipe	271.454	4,1	96.858	85.685	88.911
25	Costeras al sur de Curanipe	274.742	3,9	104.356	79.982	90.404
26	Vaquería	283.612	3,6	108.359	94.332	80.921

Fuente: Elaboración propia en base a información de Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Departamento de Información Social, Encuesta CASEN 2000.

En el Gráfico 5-1 siguiente se puede apreciar la comparación de la población total que se encuentra bajo la línea de pobreza definida en la encuesta CASEN para cada cuenca en estudio.

Gráfico 5-1
Porcentaje de Población Total Bajo la Línea de Pobreza, por Subcuenca



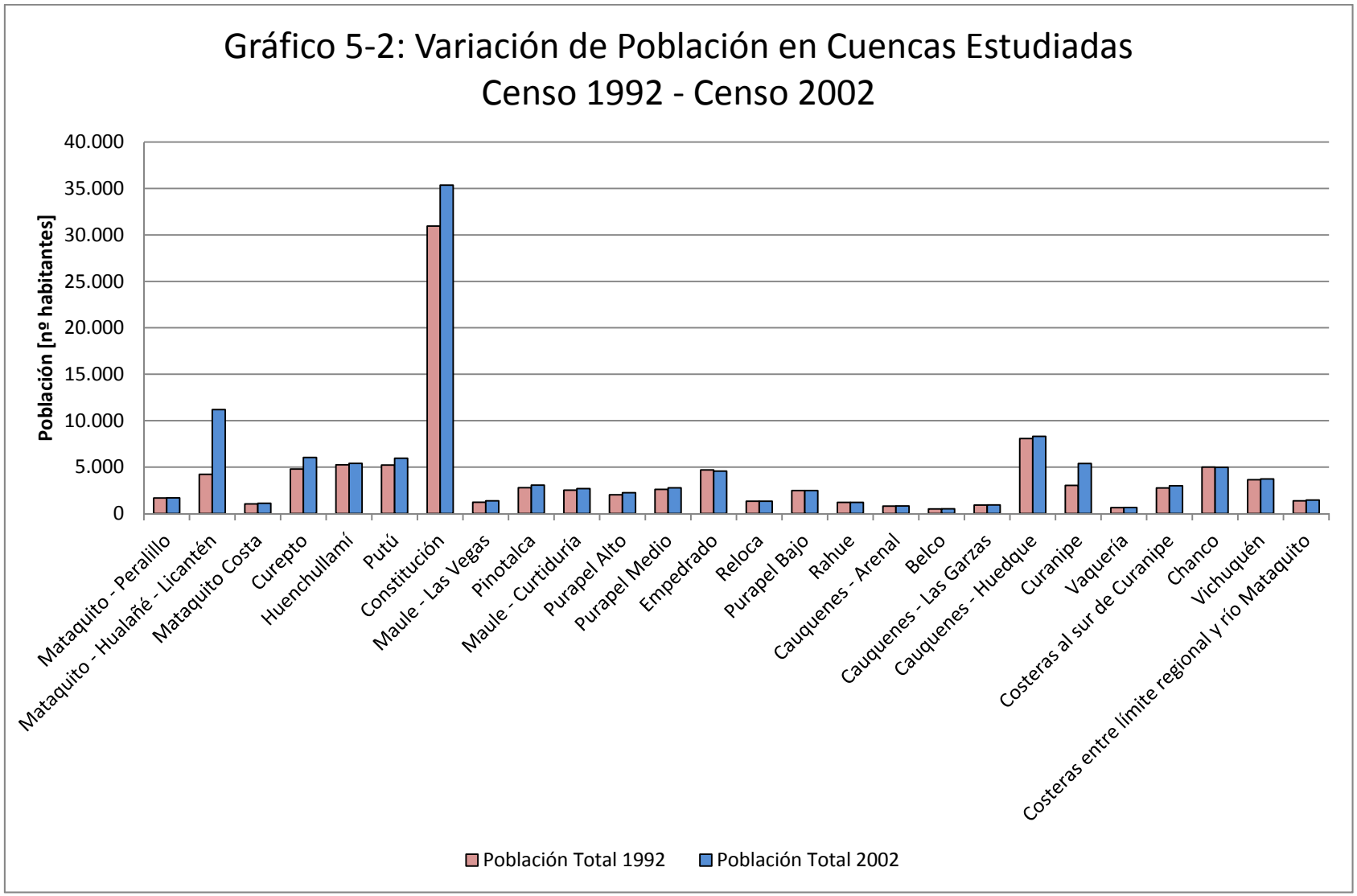
Elaboración propia

Debido a que la información del Censo Nacional 2012 del Instituto Nacional de Estadísticas se encuentra aún en revisión, para mostrar la variación temporal de las variables poblacionales consideradas en las cuencas en estudio se utilizó la información contenida en el Censo Nacional de 1992, del Instituto Nacional de Estadísticas (INE). En la siguiente tabla se muestra la variación entre la población de cada cuenca en el área de estudio entre el año 1992 y 2002.

Tabla 5.2-139
Variación de población en las cuencas estudiadas entre Censos 1992 y 2002

Nº	Cuenca	Población Total 1992			Población Total 2002		
		Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
1	Costeras entre límite regional y río Mataquito	1.363	730	633	1.452	770	681
2	Vichuquén	3.646	1.928	1.718	3.721	1.988	1.733
3	Mataquito Costa	1.040	555	485	1.104	588	515
4	Mataquito - Hualañé - Licantén	4.221	2.241	1.980	11.196	5.798	5.397
5	Mataquito - Peralillo	1.667	867	800	1.685	910	776
6	Curepto	4.789	2.534	2.255	6.035	3.169	2.866
7	Huenchullamí	5.253	2.741	2.512	5.401	2.943	2.458
8	Putú	5.214	2.658	2.556	5.956	3.064	2.892
9	Constitución	30.953	15.782	15.171	35.361	17.737	17.624
10	Maule - Las Vegas	1.219	620	599	1.367	730	637
11	Maule - Curtiduría	2.519	1.292	1.227	2.678	1.431	1.246
12	Pinotalca	2.780	1.430	1.350	3.062	1.649	1.413
13	Purapel Alto	2.016	1.025	991	2.241	1.194	1.047
14	Purapel Medio	2.607	1.316	1.291	2.768	1.458	1.310
15	Purapel Bajo	2.473	1.228	1.245	2.473	1.310	1.162
16	Empedrado	4.693	2.443	2.250	4.569	2.403	2.167
17	Reloca	1.332	681	651	1.326	710	616
16	Empedrado	4.693	2.443	2.250	4.569	2.403	2.167
17	Reloca	1.332	681	651	1.326	710	616
18	Chanco	4.993	2.551	2.442	4.974	2.463	2.511
19	Rahue	1.204	618	586	1.204	645	558
20	Belco	498	245	253	510	273	236
21	Cauquenes - Arenal	800	394	406	819	440	380
22	Cauquenes - Las Garzas	908	447	461	930	499	431
23	Cauquenes - Huedque	8.077	4.014	4.063	8.315	4.612	3.703
24	Curanipe	3.030	1.582	1.448	5.384	2.809	2.575
25	Costeras al sur de Curanipe	2.748	1.409	1.339	2.982	1.660	1.322
26	Vaquería	631	311	320	646	346	299

En el Gráfico 5-2 se muestra la variación de población entre los censos mencionados.



Elaboración propia

5.3 Hidrología

5.3.1 Pluviometría

En la zona de estudio existen 29 estaciones meteorológicas de la DGA, las que han sido sometidas a un proceso de relleno y extensión, para luego utilizar dicha información para el cálculo de escorrentías. Las estaciones Talca y Talca-UC se ubican muy cercanas y cubren períodos consecutivos de registros, por lo que se han fundido en una sola para efectos del análisis de la información, por lo que se ha trabajado con 28 series estadísticas. En la Tabla 5.3-1 se presentan las estaciones seleccionadas y los períodos cubiertos por cada una de ellas. En la Figura 5.3-1 se muestran las estaciones meteorológicas consideradas para el presente trabajo.

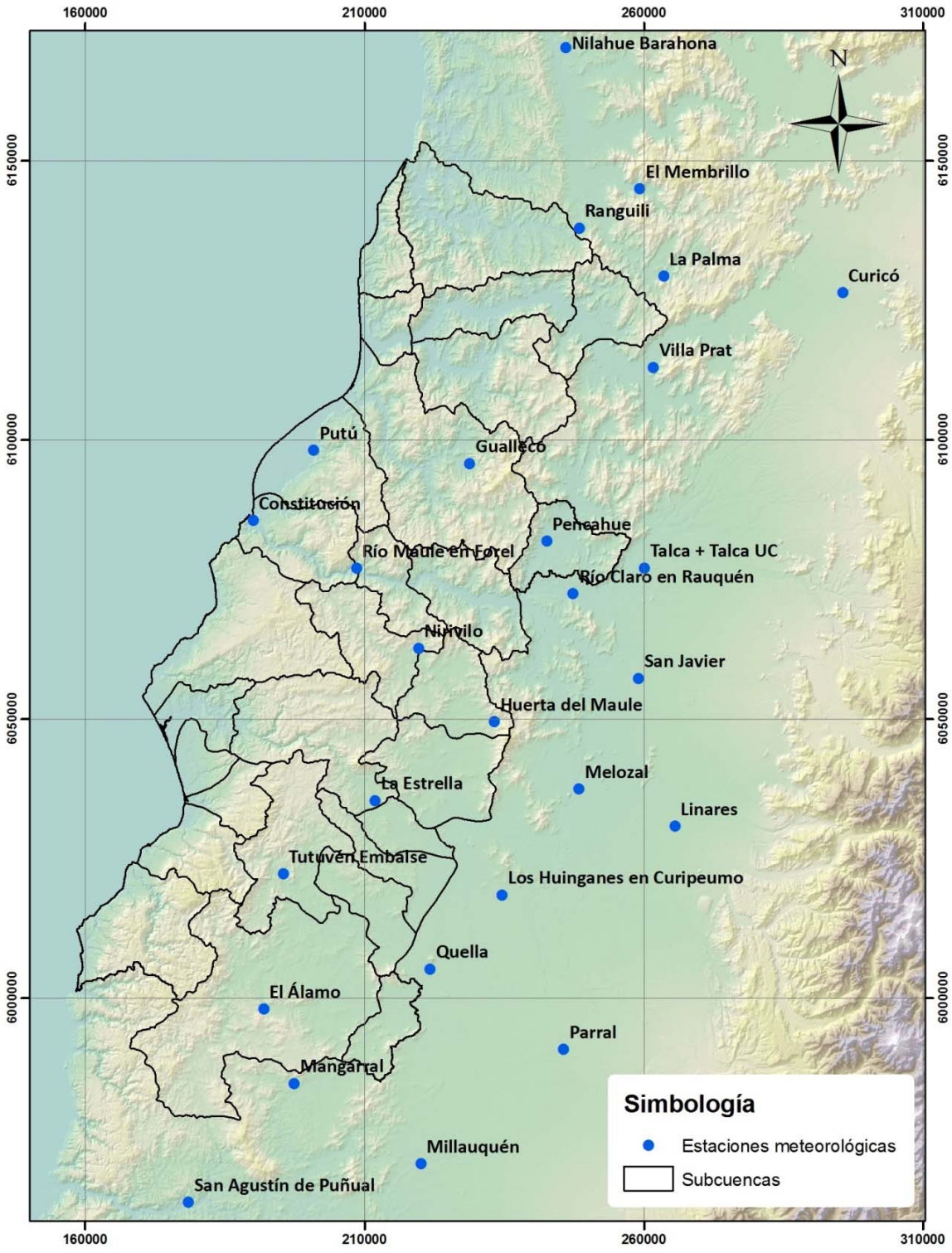
Las estaciones meteorológicas seleccionadas para relleno, fueron elegidas según un criterio geográfico, procurando cubrir todo el entorno del área de interés. Se adoptó una envolvente a 25 km hacia el exterior del límite de la zona de estudio. Los registros de las estaciones ubicadas dentro de esa envolvente fueron rellenados y extendidos. Cabe señalar que la información registrada por la DGA viene con un control de calidad implícito asociado a sus procesos, en tanto que la consistencia de la información se verifica al procesarla mediante correlaciones o a través del modelo estocástico multivariado que fue utilizado.

Tabla 5.3-1
Estaciones meteorológicas

N°	Nombre de la estación	Coordenada UTM este [m]	Coordenada UTM norte [m]	Período cubierto	Región
1	Constitución	190.187	6.085.616	1992-2013	VII
2	El Álamo	192.036	5.998.055	1994-2013	VII
3	Gualleco	228.826	6.095.776	1961-2013	VII
4	Huerta del Maule	233.293	6.049.544	1992-2013	VII
5	La Estrella	211.949	6.035.425	1992-2013	VII
6	Linares	265.580	6.030.839	1967-2013	VII
7	Los Huinganes en Curipeumo	234.651	6.018.432	1994-2013	VII
8	Mangarral	197.428	5.984.817	1992-2013	VII
9	Melozal	248.358	6.037.495	1950-2013	VII
10	Nirivilo	219.738	6.062.734	1956-2013	VII
11	Parral	245.623	5.990.920	1964-2013	VII
12	Pencahue	242.660	6.081.900	1966-2013	VII
13	Putú	200.969	6.098.191	1992-2013	VII
14	Quella	221.755	6.005.223	1961-2013	VII
15	Río Claro en Rauquén	247.394	6.072.475	1999-2013	VII
16	Río Maule en Forel	208.655	6.077.035	2001-2013	VII
17	San Javier	259.056	6.057.345	1970-2013	VII
18	Talca + Talca UC	260.178	6.077.061	1964-2013	VII
19	Tutuvén Embalse	195.507	6.022.189	1975-2013	VII
20	Coelemu	168.497	5.955.943	1961-2013	VIII
21	Millauquén	220.136	5.970.491	1992-2013	VIII
22	San Agustín de Puñual	178.557	5.963.642	1993-2013	VIII
23	El Membrillo	259.305	6.144.993	1981-2013	VI
24	Nilahue Barahona	246.120	6.170.326	1969-2013	VI
25	Ranguili	248.534	6.137.981	1981-2013	VI
26	Curicó	295.678	6.126.392	1971-2013	VII
27	La Palma	263.621	6.129.369	1981-2013	VII
28	Villa Prat	261.721	6.113.018	1992-2013	VII

Elaboración propia. Coordenadas UTM según datum WGS84 y huso 19S

Figura 5.3-1
Estaciones meteorológicas



Datum: WGS84 Huso 19S
Elaboración propia

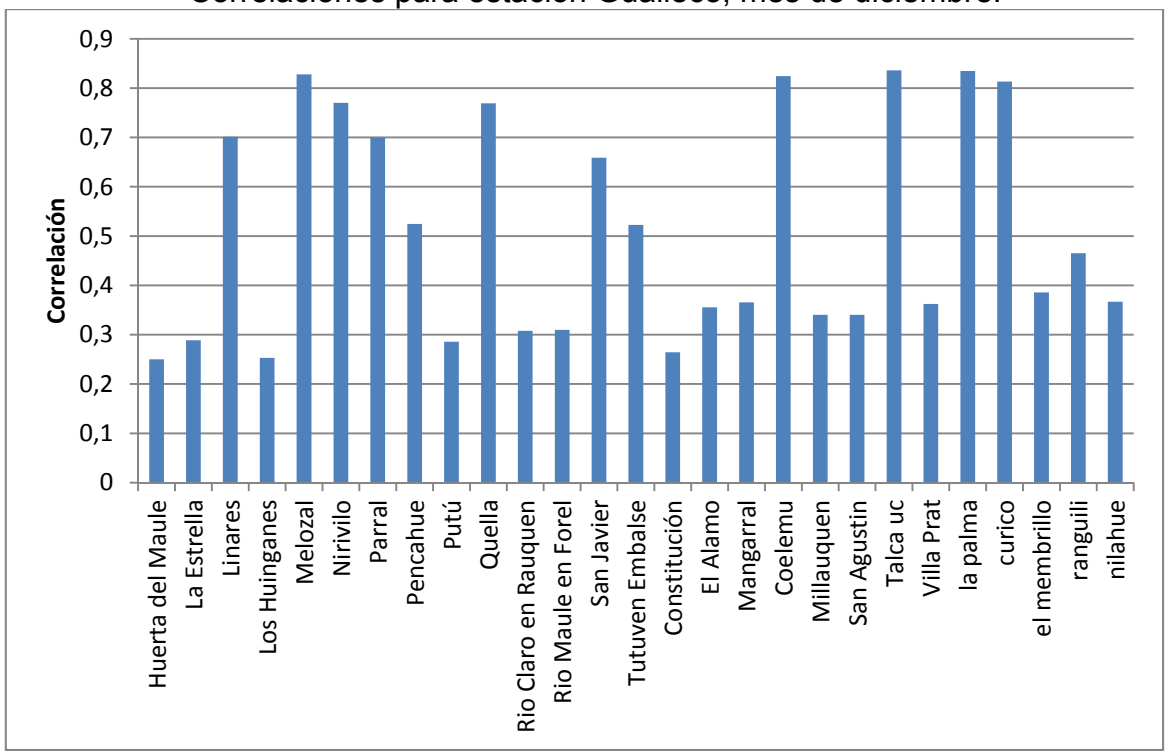
5.3.1.1 Relleno de precipitaciones

Para el relleno de las precipitaciones se utilizó un modelo estocástico multivariado, El modelo desarrollado permite rellenar los registros de una estación, en función de los datos medidos en las restantes. La influencia de los datos medidos en una estación, sobre los valores generados en otra, dependen de la calidad de la correlación entre ambas. En el Anexo 1: "Modelo para Relleno de Series Hidrológicas y Precipitaciones Medias Mensuales Rellenadas en Estaciones del Área", se detalla el procedimiento empleado.

Además del relleno, se han extendido los registros en las estaciones donde fue necesario para generar una estadística de 50 años desde enero de 1963 a febrero de 2013. Esta estadística completa se muestra en el Anexo 1.

A modo de ejemplo, en la figura siguiente se muestra un ejemplo de las correlaciones generadas entre relaciones, en este caso para la estación meteorológica Gualleco, en el mes de diciembre, donde se logra apreciar con qué estaciones logra sus mejores ajustes, para así, con éstas, generar el relleno.

Figura 5.3-2
Correlaciones para estación Gualleco, mes de diciembre.



5.3.1.2 Precipitación en las subcuencas

Para la generación de caudales en las distintas cuencas de la zona de estudio es necesario tener adoptada la precipitación para cada una de ellas. Para esto no basta solo con los valores de precipitaciones entregados por las estaciones meteorológicas en la cuenca, ya que existen subcuencas que no poseen estación asociada, por esto se debe utilizar un método de estimación de la precipitación media en cada subcuenca.

Se ha elaborado un modelo de distribución espacial para calcular la precipitación en cada una de las cuencas de estudio.

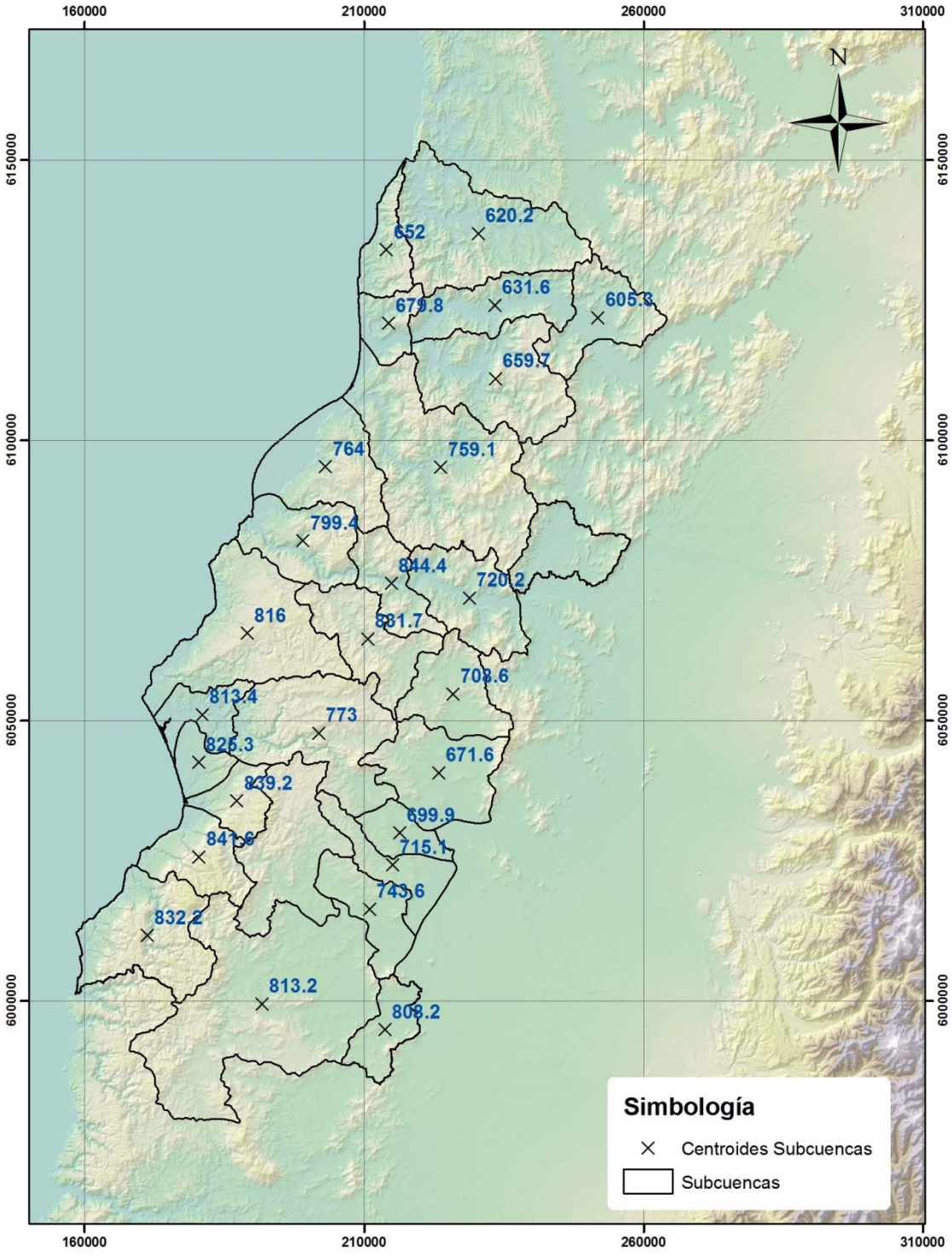
Esté consiste en la elaboración de polígonos que incluyen a cada cuenca y cuyos vértices corresponden a las estaciones meteorológicas, para cada cuenca entonces se genera un polígono utilizando las estaciones más relevantes desde el punto de vista geográfico. La precipitación en un mes cualquiera en una de las cuencas se calcula como el promedio ponderado entre las precipitaciones asociadas a las estaciones ubicadas en los vértices del polígono correspondiente a esa cuenca. La ponderación se obtiene de los inversos de las distancias de la celda a las estaciones asociadas. Las estaciones utilizadas para cada cuenca se detallan en la Tabla 5.3-2.

Tabla 5.3-2
Estaciones utilizadas para precipitación en cada cuenca

Nº	Cuenca	Estaciones meteorológicas
1	Costeras entre límite regional y río Mataquito	Putú - Nilahue
2	Vichuquén	Putú – Ranguili - Nilahue
3	Mataquito Costa	Putú - Nilahue
4	Mataquito-Hualañé-Licantén	Gualleco – Villa Prat – Ranguili – Putú – Nilahue
5	Mataquito-Peralillo	Gualleco – Villa Prat – La Palma – Ranguili
6	Curepto	Gualleco – Villa Prat – Ranguili
7	Huenchullamí	Putú – Gualleco – Pencahue
8	Putú	Putú – Gualleco – Río Maule en Forel – Constitución
9	Constitución	Constitución – Río Maule en Forel
10	Maule-Las Vegas	Río Maule en Forel – Nirivilo – Gualleco
11	Maule-Curtiduría	Río Maule en Forel – Río Claro en Rauquén – Nirivilo – Pencahue
12	Pinotalca	Tutuvén Embalse – Río Maule en Forel – Constitución
13	Purapel Alto	Nirivilo – Río Maule en Forel
14	Purapel Medio	Nirivilo – Huerta del Maule – La Estrella
15	Purapel Bajo	Huerta del Maule – La Estrella – Melozal
16	Empedrado	Tutuvén Embalse – La Estrella – Nirivilo – Río Maule en Forel – Constitución
17	Reloca	Coelemu – El Álamo – Tutuvén Embalse – Constitución
18	Chanco	Coelemu – El Álamo – Tutuvén Embalse – Constitución
19	Rahue	Coelemu – El Álamo – Tutuvén Embalse – Constitución
20	Belco	La Estrella – Los Huinganes en Curipeumo – Quella – Tutuvén Embalse
21	Cauquenes-Arenal	La Estrella – Los Huinganes en Curipeumo – Quella – Tutuvén Embalse
22	Cauquenes-Las Garzas	La Estrella – Los Huinganes en Curipeumo – Quella – El Álamo – Tutuvén Embalse
23	Cauquenes-Huedque	El Álamo – Mangarral – Tutuvén Embalse
24	Curanipe	Coelemu – El Álamo – Tutuvén Embalse – Constitución
25	Costeras al sur de Curanipe	Coelemu – El Álamo – Tutuvén Embalse – Constitución
26	Vaquería	Quella – Parral – Millauquén – Mangarral

La Figura 5.3-3 muestra cada cuenca junto con los valores de precipitaciones medias anuales para el período estudiado desde enero de 1963 a febrero de 2013, mientras que en la Tabla 5.3-3 se incluyen los valores de precipitaciones medias mensuales, para cada cuenca. Por su parte, en la Figura 5.3-4 se muestran las series temporales para las precipitaciones generadas en cada una de las cuencas de estudio para el período comprendido entre enero de 1963 y febrero de 2013. Los valores finales de precipitación media mensual para cada una de las subcuencas se muestran en el Anexo 2.

Figura 5.3-3
Precipitación media anual
Período Enero 1963 - Febrero 2013 (mm) para las cuencas de estudio



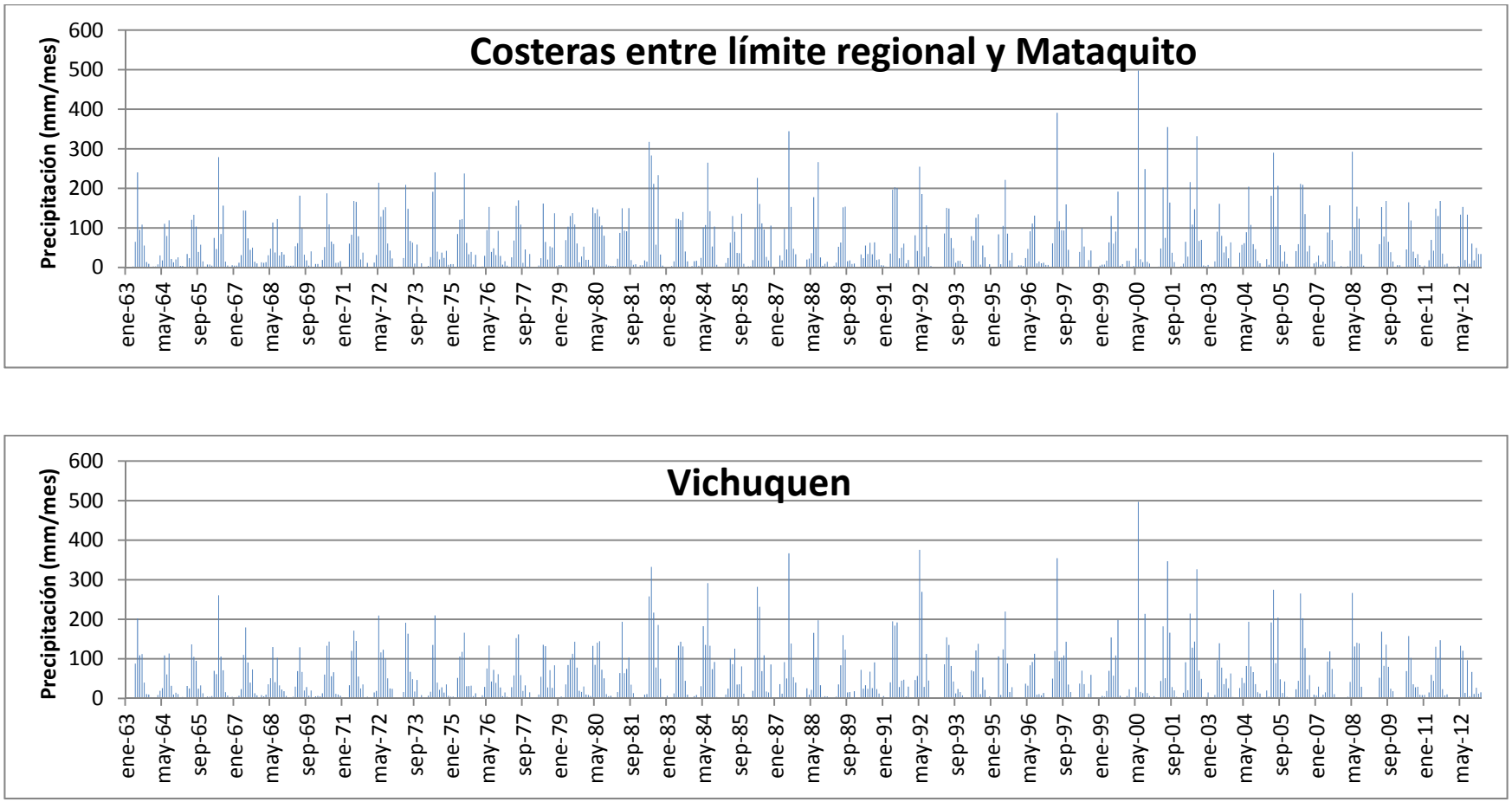
Datum: WGS84 Huso 19S
Elaboración propia

Tabla 5.3-3 - Precipitaciones Medias Mensuales y Anual por Cuenca, período enero 1963- febrero 2013 (mm)

Cuenca Nº	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media Anual
1	4,5	4,5	9,5	38,4	106,9	156,4	123,5	101,0	50,3	33,1	17,2	7,8	652,1
2	3,1	3,5	10,0	33,2	107,6	154,6	120,3	90,4	50,6	27,9	13,5	6,0	620,2
3	5,3	5,3	10,0	41,0	109,7	161,6	127,6	106,5	52,1	35,0	18,4	8,7	679,8
4	3,7	4,2	10,0	35,0	108,7	156,0	126,0	90,5	50,7	26,2	14,3	6,5	631,6
5	2,6	3,7	10,8	34,3	102,4	152,2	122,0	83,0	49,3	26,2	11,6	7,0	605,3
6	3,9	4,4	10,5	35,9	116,2	162,7	137,7	91,2	52,6	23,6	14,3	6,7	659,7
7	5,5	5,5	13,0	43,3	133,1	180,7	160,9	107,7	56,8	26,7	17,4	8,8	759,1
8	8,3	8,4	11,7	43,9	119,6	177,2	147,4	125,5	53,9	37,9	22,1	11,3	764,0
9	12,4	12,6	13,5	36,3	119,4	180,3	162,2	146,1	45,9	38,7	25,9	13,2	799,4
10	9,6	9,8	15,4	39,1	139,9	185,2	180,5	146,4	51,0	33,9	24,6	11,0	844,4
11	8,6	8,8	16,5	37,9	118,2	162,0	142,2	116,8	50,0	30,6	19,9	10,5	720,2
12	12,7	12,9	13,7	39,0	127,9	184,1	166,7	141,9	48,8	37,4	24,9	12,6	816,0
13	9,0	9,2	14,6	40,0	139,9	184,4	174,4	139,3	55,1	34,3	22,9	10,2	831,7
14	11,2	11,4	13,8	41,4	117,3	166,4	130,6	105,9	52,6	34,2	17,1	8,9	708,6
15	13,6	14,2	13,2	41,0	104,5	160,7	119,4	99,0	47,3	34,1	17,5	10,2	671,5
16	12,6	13,0	12,6	41,1	125,4	179,2	152,7	123,6	52,5	33,1	21,2	10,3	773,0
17	13,9	14,0	12,4	44,2	132,7	190,8	159,7	124,0	54,8	37,5	23,4	12,9	813,4
18	14,1	14,2	12,8	45,2	136,8	192,6	163,1	124,3	55,4	37,1	23,4	12,7	825,3
19	14,3	14,3	13,3	46,3	142,2	194,6	167,6	124,7	56,3	36,2	23,2	12,4	839,2
20	16,0	16,6	11,9	41,8	110,5	167,1	124,8	101,6	49,6	35,0	19,7	10,1	699,9
21	15,7	16,3	12,4	42,6	116,3	168,7	129,2	100,9	51,0	36,3	20,0	10,5	715,1
22	15,4	15,8	12,8	43,2	123,0	174,5	137,2	104,7	51,8	37,3	21,1	11,3	743,6
23	17,7	17,9	13,2	44,1	124,6	198,3	147,7	126,3	47,6	41,7	26,8	14,0	813,8
24	14,4	14,5	13,4	46,5	142,5	195,3	167,7	124,9	56,1	36,4	23,5	12,5	841,6
25	14,7	14,8	13,1	45,9	137,1	194,4	162,7	125,0	54,7	38,0	24,5	13,3	832,2
26	17,0	17,1	13,7	48,4	142,1	187,5	142,8	104,8	55,2	44,0	23,4	15,4	808,2

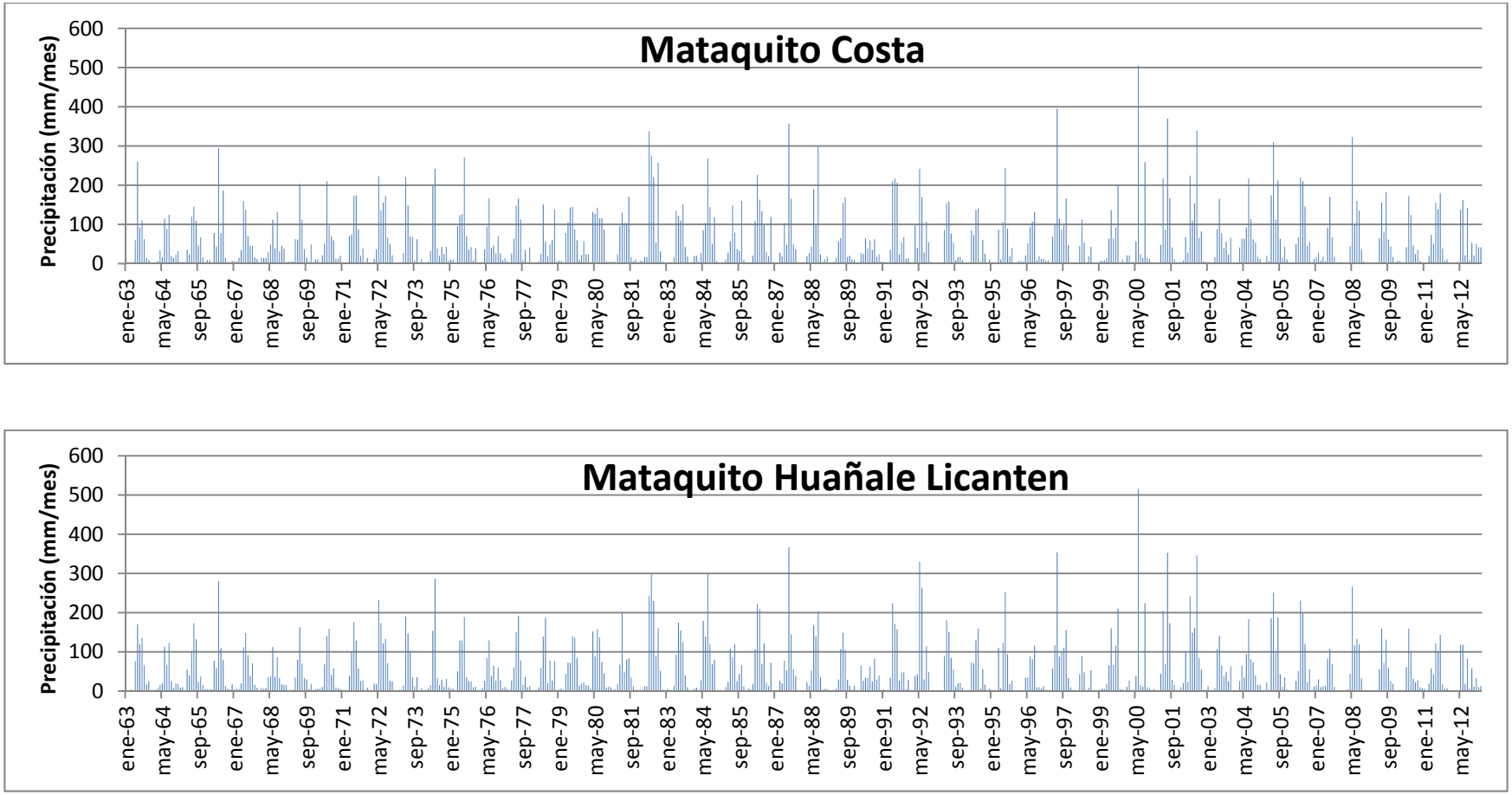
Elaboración propia.

Figura 5.3-4
Precipitaciones medias mensuales en cuencas de estudio, período enero 1963 a febrero 2013 (mm)



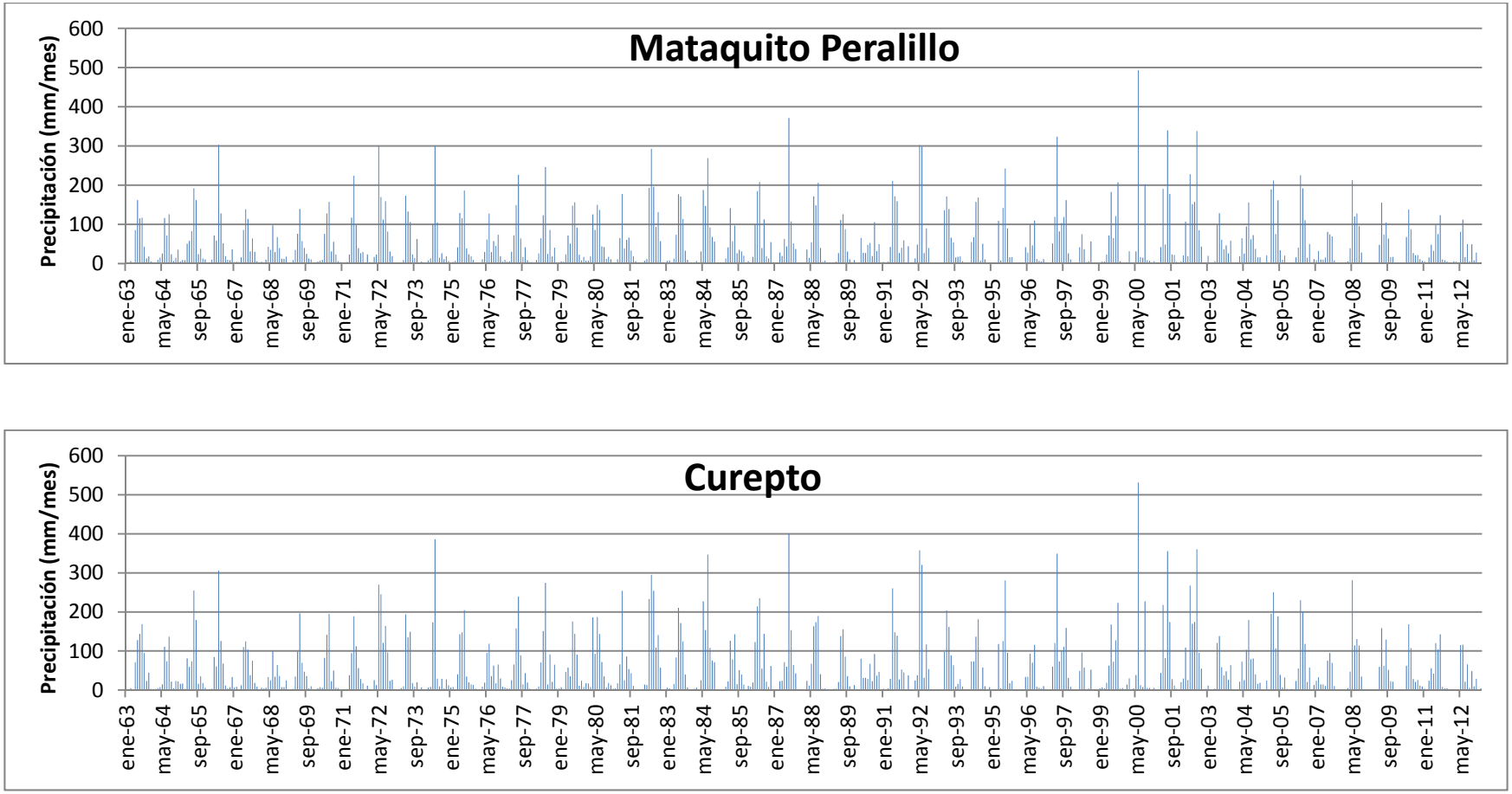
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.3-4 (Continuación)
Precipitaciones medias mensuales en cuencas de estudio, período enero 1963 a febrero 2013 (mm)



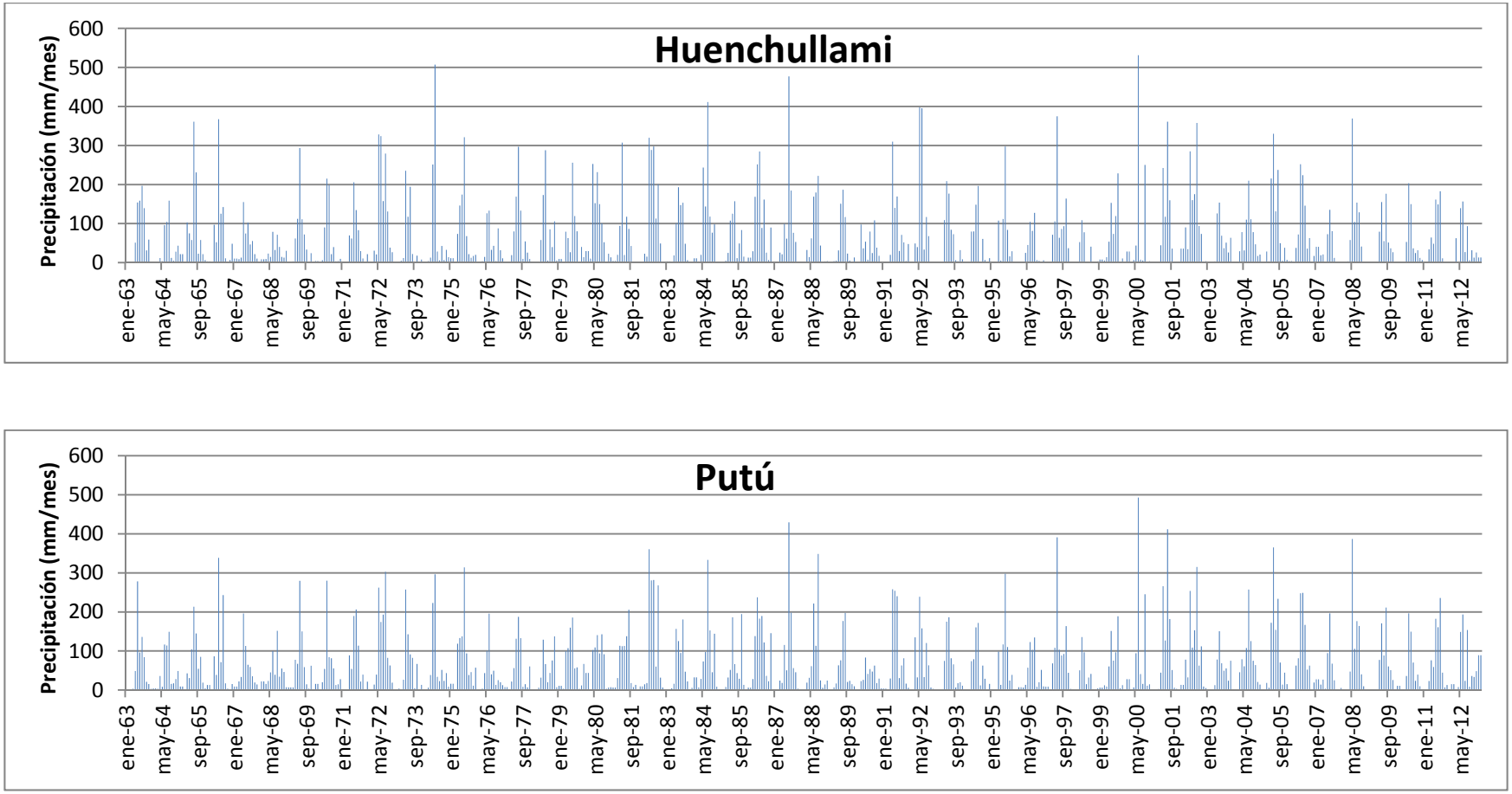
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.3-4 (Continuación)
Precipitaciones medias mensuales en cuencas de estudio, período enero 1963 a febrero 2013 (mm)



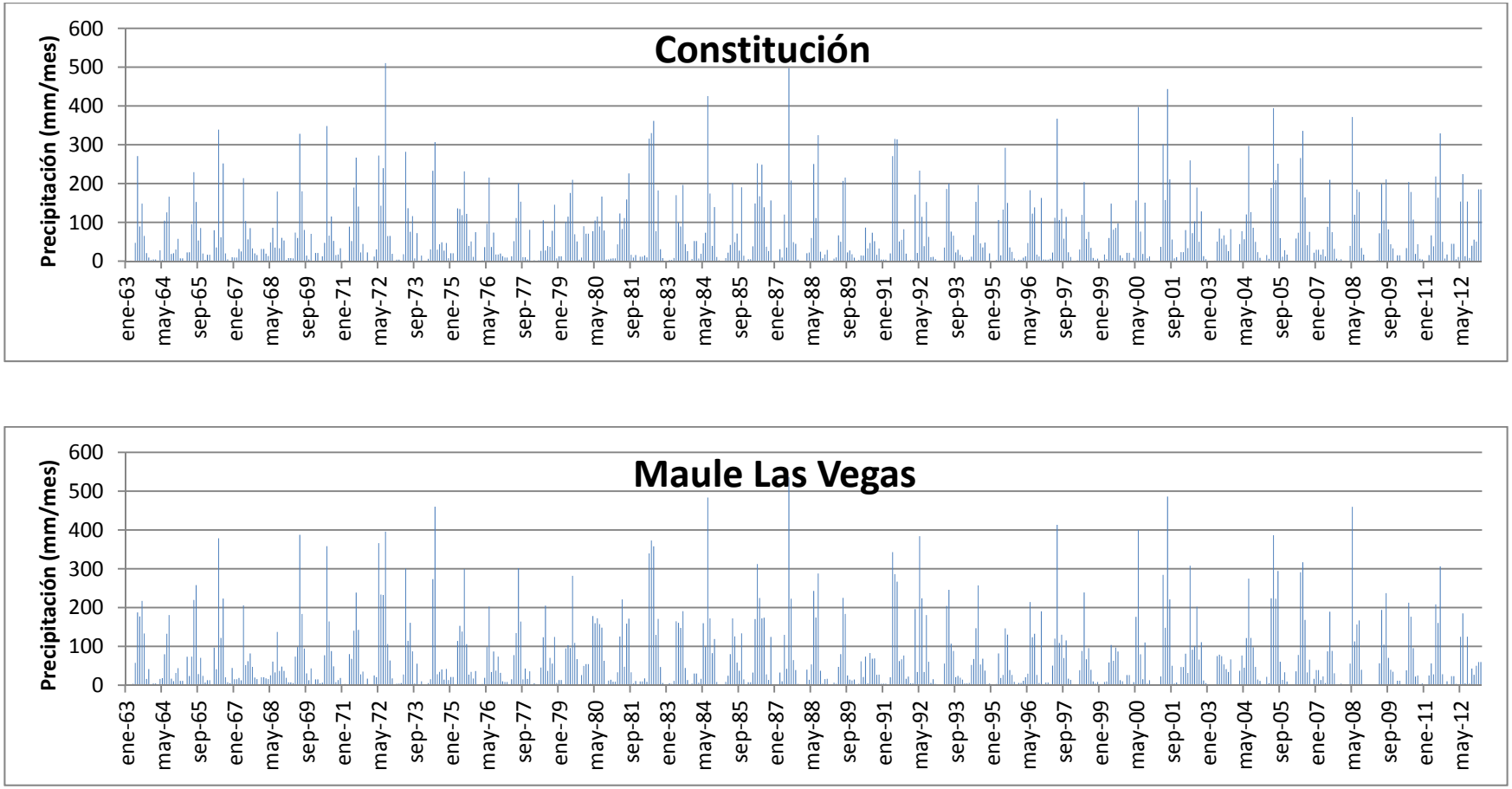
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.3-4 (Continuación)
Precipitaciones medias mensuales en cuencas de estudio, período enero 1963 a febrero 2013 (mm)



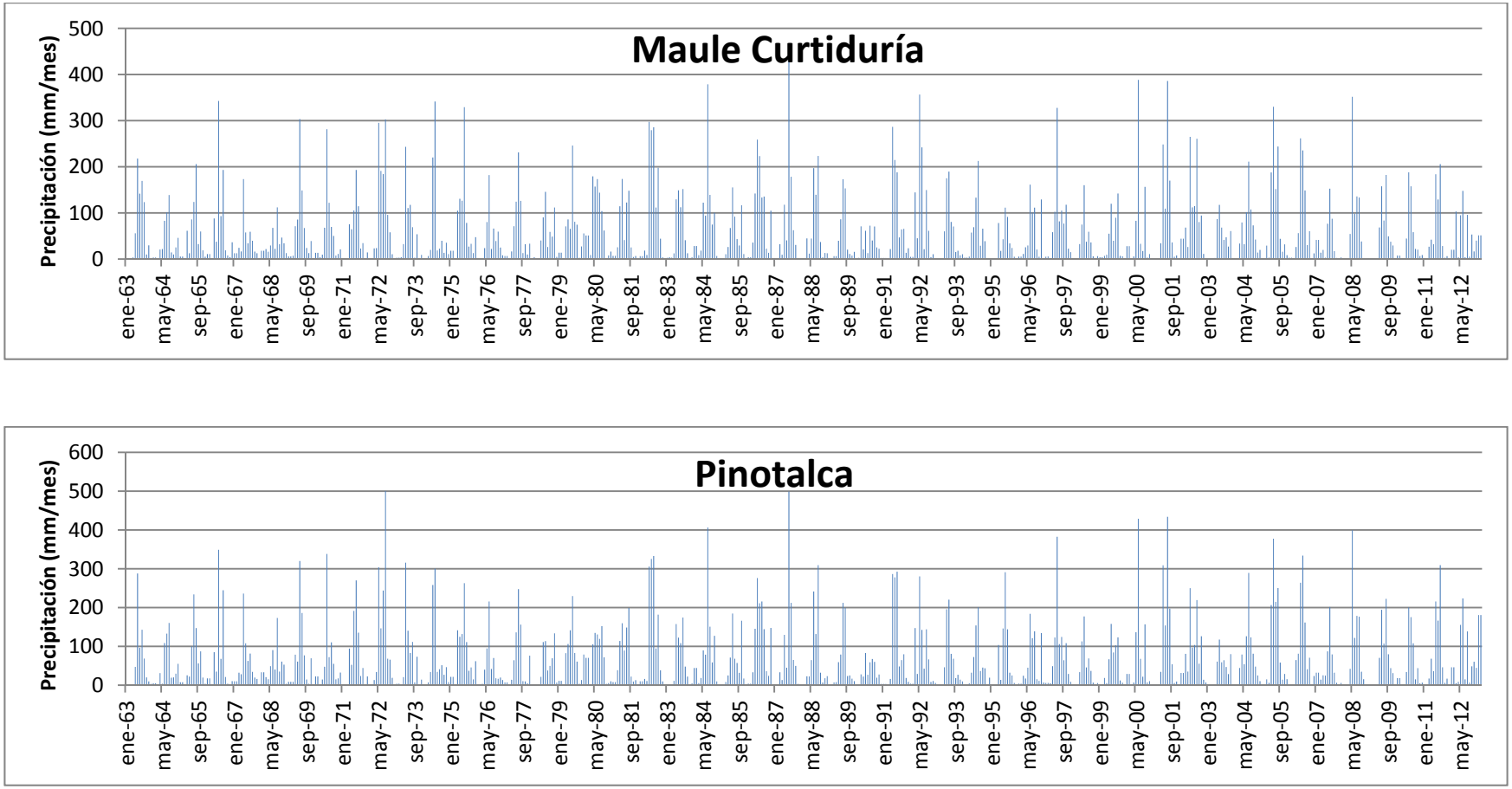
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.3-4 (Continuación)
Precipitaciones medias mensuales en cuencas de estudio, período enero 1963 a febrero 2013 (mm)



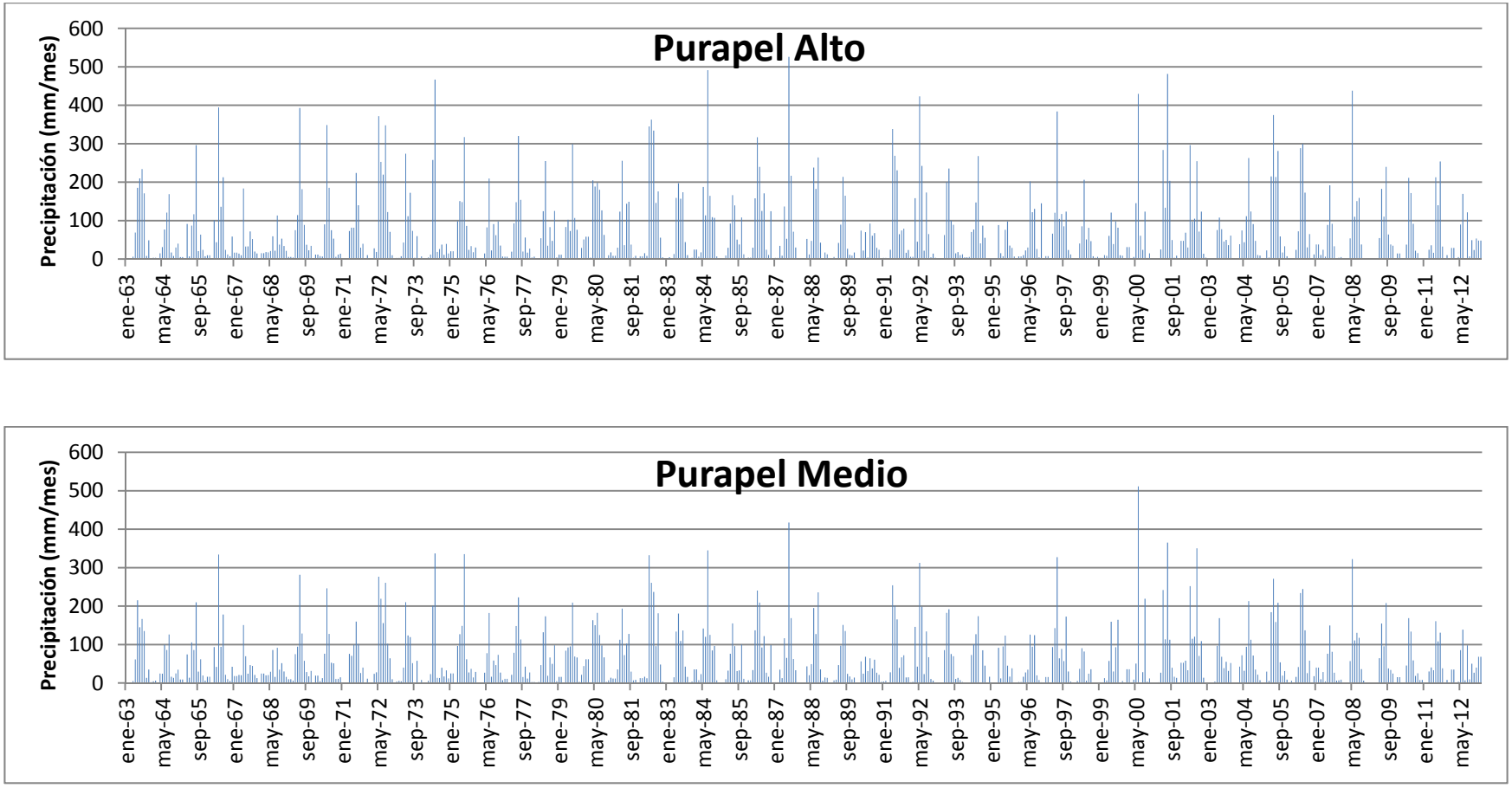
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.3-4 (Continuación)
Precipitaciones medias mensuales en cuencas de estudio, período enero 1963 a febrero 2013 (mm)



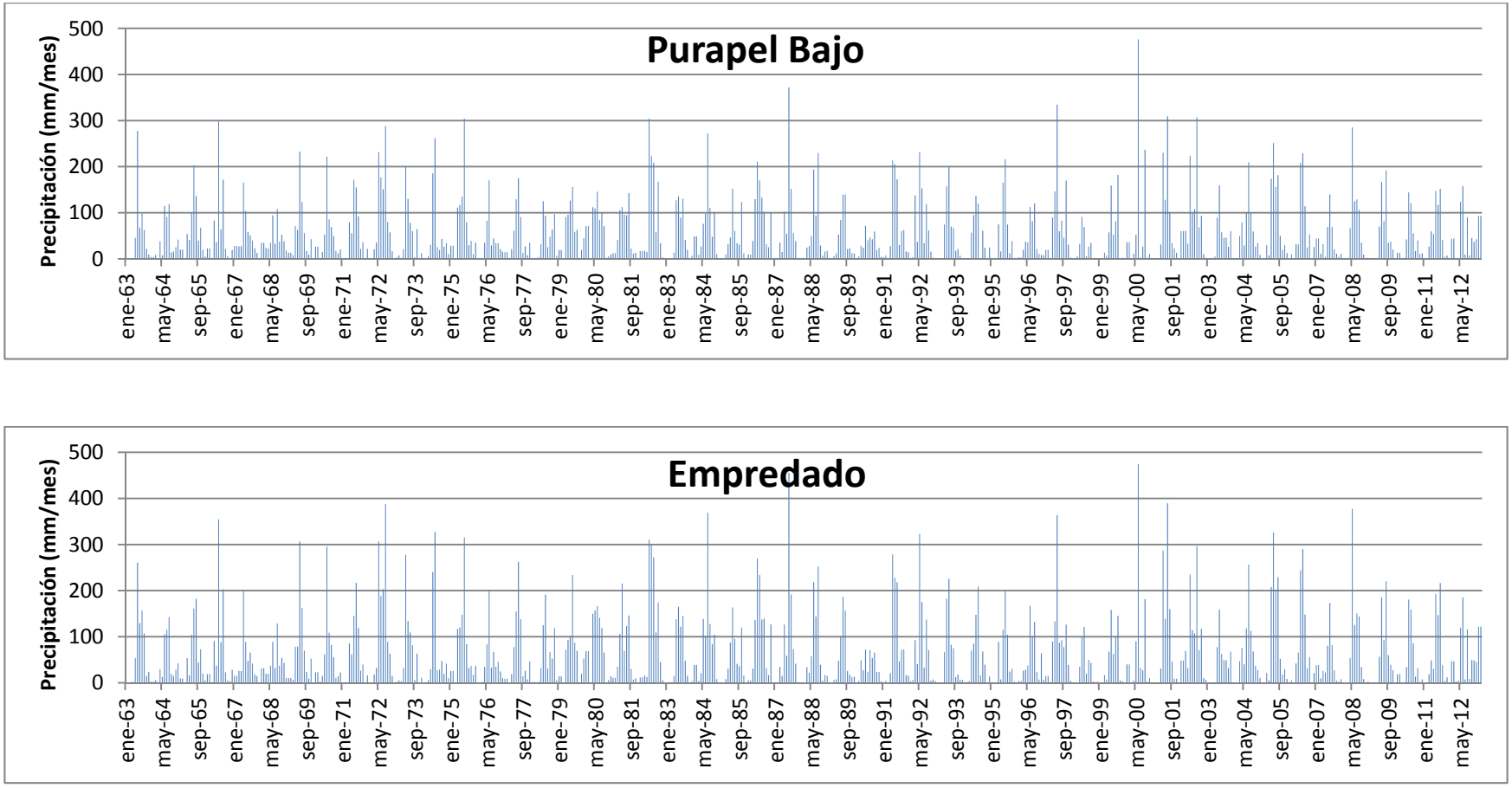
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.3-4 (Continuación)
Precipitaciones medias mensuales en cuencas de estudio, período enero 1963 a febrero 2013 (mm)



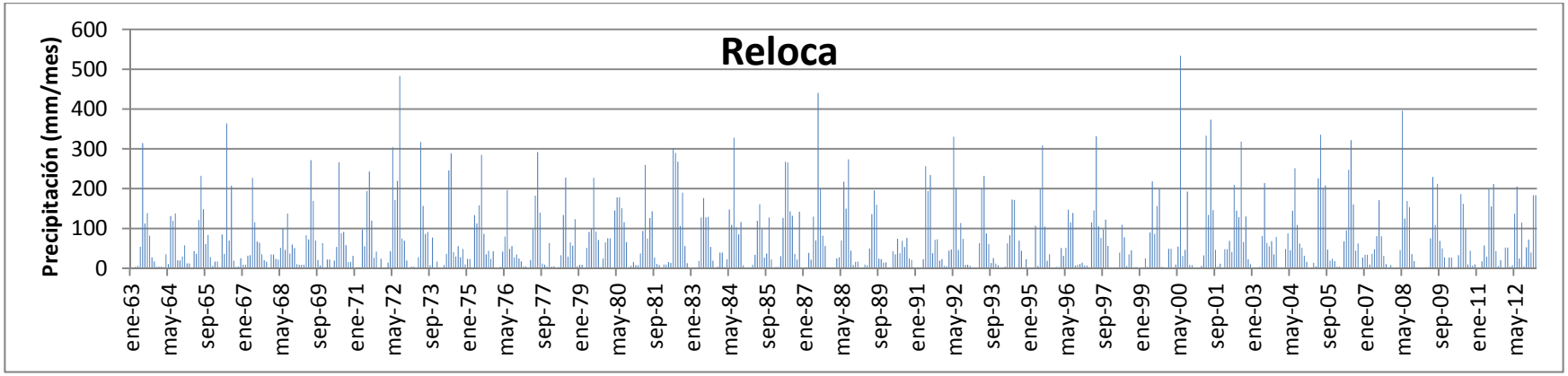
Fuente: Elaboración propia

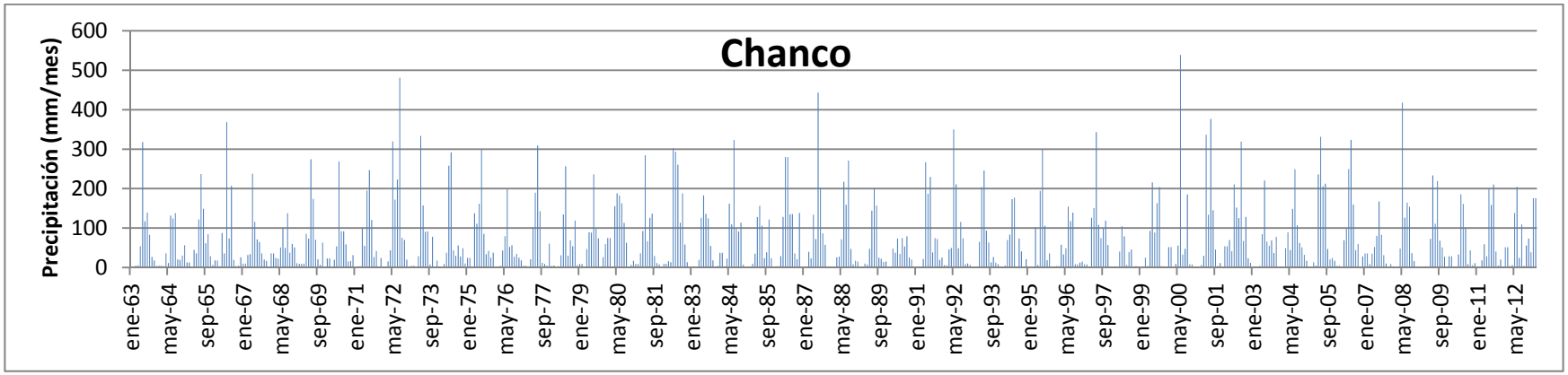
Figura 5.3-4 (Continuación)
Precipitaciones medias mensuales en cuencas de estudio, período enero 1963 a febrero 2013 (mm)



Fuente: Elaboración propia

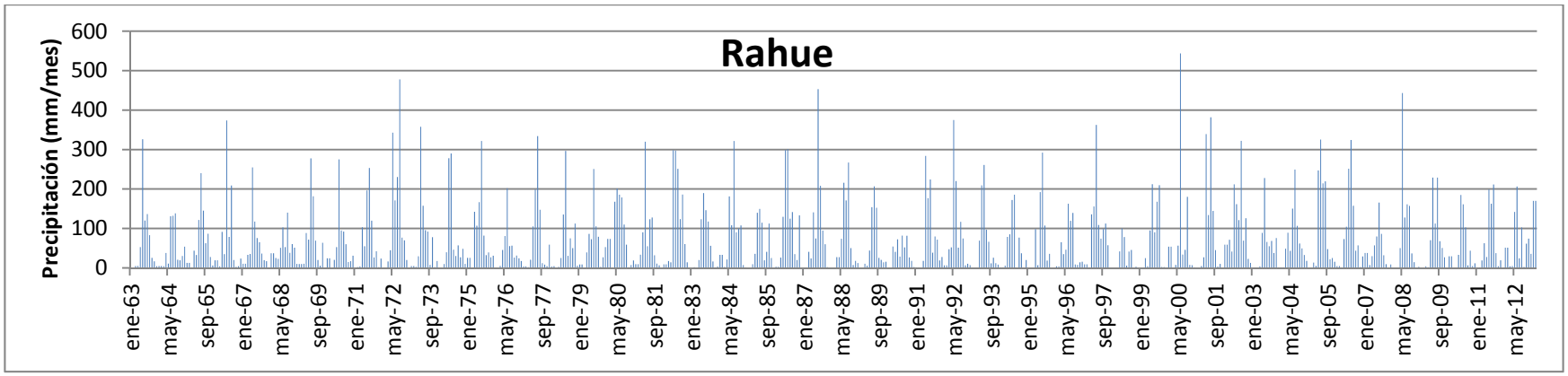
Figura 5.3-4 (Continuación)
Precipitaciones medias mensuales en cuencas de estudio, período enero 1963 a febrero 2013 (mm)

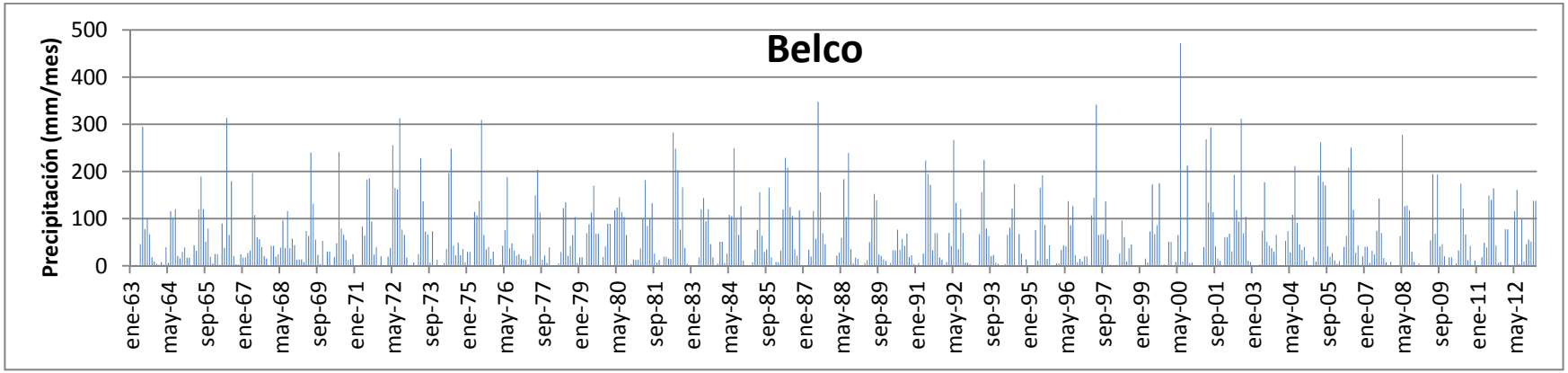




Fuente: Elaboración propia

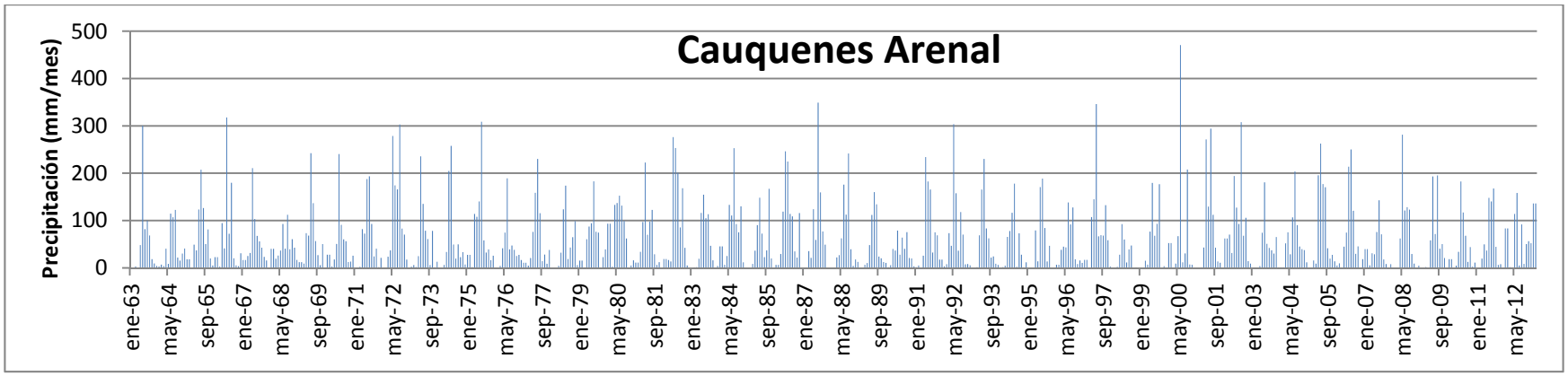
Figura 5.3-4 (Continuación)
Precipitaciones medias mensuales en cuencas de estudio, período enero 1963 a febrero 2013 (mm)

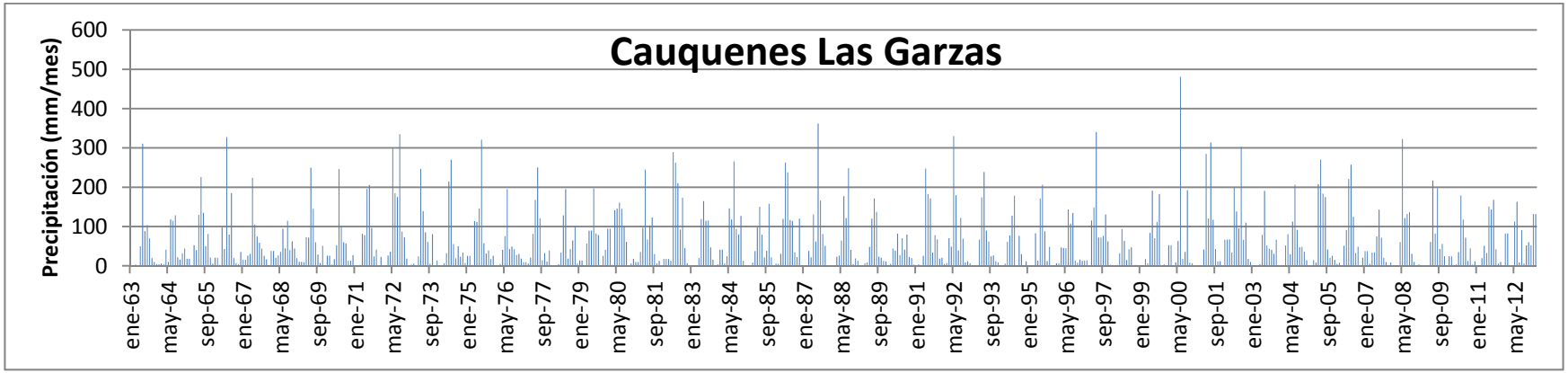




Fuente: Elaboración propia

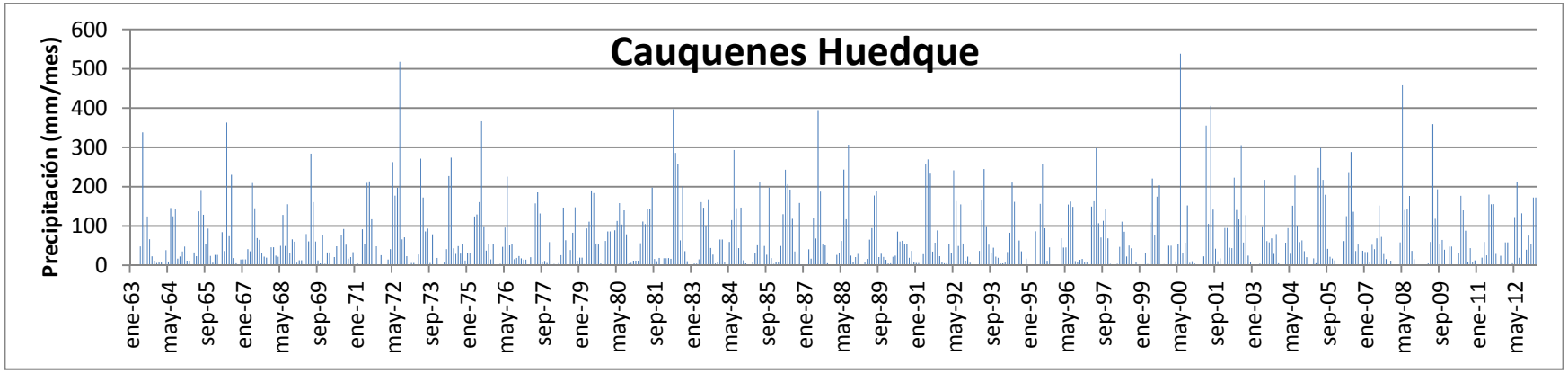
Figura 5.3-4 (Continuación)
Precipitaciones medias mensuales en cuencas de estudio, período enero 1963 a febrero 2013 (mm)

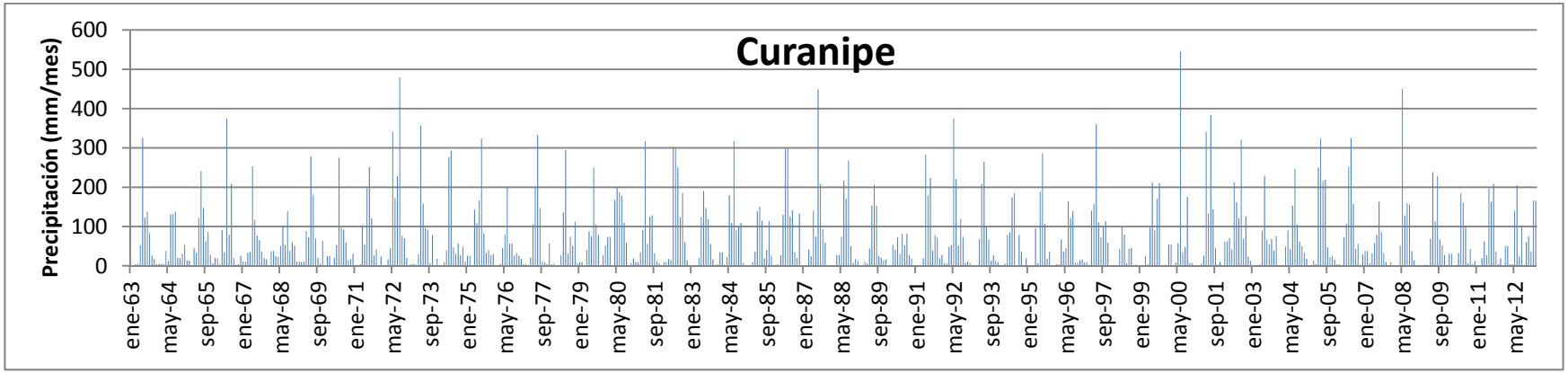




Fuente: Elaboración propia

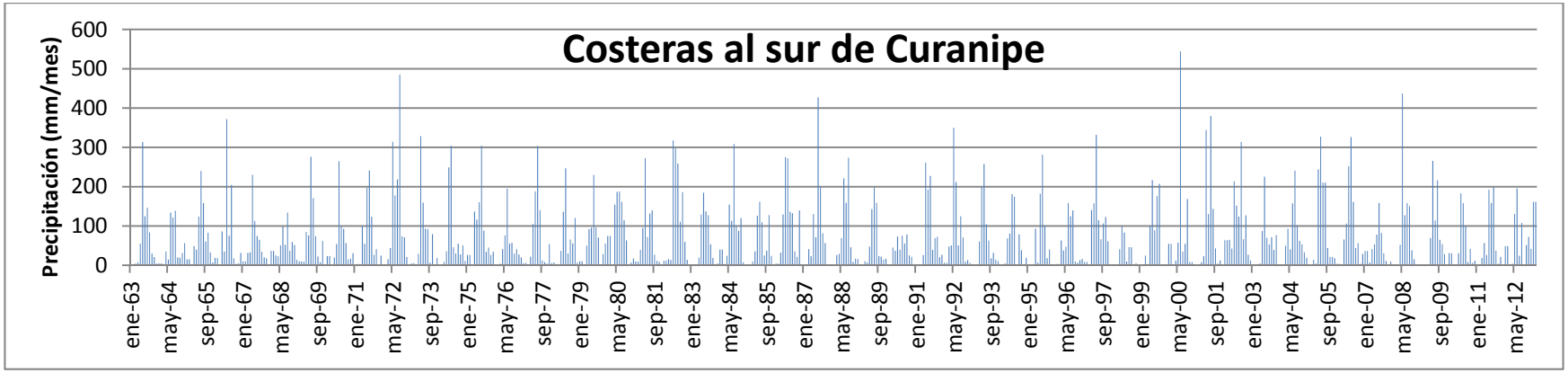
Figura 5.3-4 (Continuación)
Precipitaciones medias mensuales en cuencas de estudio, período enero 1963 a febrero 2013 (mm)

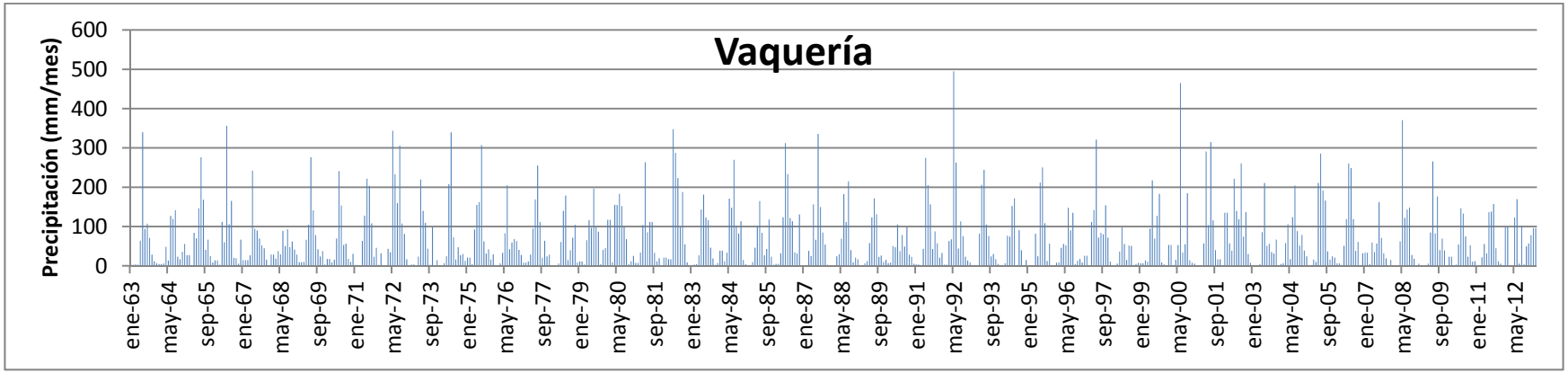




Fuente: Elaboración propia

Figura 5.3-4 (Continuación)
Precipitaciones medias mensuales en cuencas de estudio, período enero 1963 a febrero 2013 (mm)





Fuente: Elaboración propia

5.3.2 Fluviometría

En la Figura 5.3-5 se presentan las estaciones fluviométricas DGA existentes en el área de interés, las que han sido utilizadas para el análisis hidrológico realizado en el presente trabajo. Cabe señalar que la información publicada por la DGA ya tiene un control de calidad y en cuanto a la consistencia de la información, esta es verificada en los procesos de relleno, ya sea por medio de las correlaciones o a través del uso del modelo estocástico multivariado.

Las estaciones fluviométricas utilizadas, cuyas características se muestran el Tabla 5.3-4, corresponden a Río Mataquito en Licantén, Estero Los Puercos en puente Los Puercos, Río Maule en Forel, Río Purapel en Nirivilo, Río Purapel en Sauzal, Río Cauquenes en Desembocadura y Río Cauquenes en el Arrayán. Se excluyeron las estaciones suspendidas, por que disponen solo de períodos breves de registro, tales como río Maule en Cuesta Culenar, río Purapel en Purapel y río Tutuvén en El Roble, resultando un total de 7 estaciones a utilizar.

Para el relleno de caudales superficiales, Se utilizó un modelo estocástico multivariado. El modelo permite rellenar los registros de una estación, en función de los datos medidos en las restantes. La influencia de los datos medidos en una estación, sobre los valores generados en otra, depende de la calidad de la correlación entre ambas. El modelo de rellenos estima los caudales en función de los caudales medidos en las otras estaciones. El peso de cada estación en un caudal que haya sido rellenado depende de las correlaciones cruzadas. Es decir, si la correlación de alguna de las estaciones respecto a otra es pobre, la influencia en el relleno asociada a ella es reducida, de esta forma queda garantizada la consistencia de los datos.

Además del relleno, se han extendido los registros en algunas estaciones para generar una estadística de 50 años desde enero de 1963 a diciembre de 2012. Esta estadística completa se muestra en el Anexo 3.

Como información de referencia, se presentan en la Tabla 5.3-5, los caudales medios anuales de las estaciones seleccionadas y en la Tabla 5.3-6, los caudales medios mensuales de las mismas estaciones fluviométricas.

Tabla 5.3-4
Estaciones fluviométricas

N°	Nombre de la estación	Coordenada UTM este [m]	Coordenada UTM norte [m]	Período cubierto	Región
1	Río Mataquito en Licantén	220.316	6.118.533	1987-2013	VII
2	Estero Los Puercos en Pte. Los Puercos	242.776	6.081.473	1996-2013	VII
3	Río Maule en Forel	208.528	6.077.000	1985-2013	VII
4	Rio Purapel en Nirivilo	218.728	6.060.155	1939-2013	VII
5	Río Purapel en Sauzal	222.570	6.039.067	1962-2013	VII
6	Río Cauquenes en Desembocadura	224.798	6.022.865	1928-2013	VII
7	Río Cauquenes en el Arrayán	194.900	6.008.532	1945-2013	VII

Elaboración propia. Coordenadas UTM según datum WGS84 y huso 19S

Tabla 5.3-5
Caudales Medios Anuales por Estación Fluviométrica, período 1963-2012

Nº	Estación Fluviométrica	Q Medio Anual
		(m3/s)
1	Río Mataquito en Licantén	102,08
2	Estero Los Puercos en Pte. Los Puercos	4,68
3	Río Maule en Forel	467,61
4	Rio Purapel en Nirivilo	1,96
5	Río Purapel en Sauzal	3,18
6	Río Cauquenes en Desembocadura	8,95
7	Río Cauquenes en el Arrayán	5,45

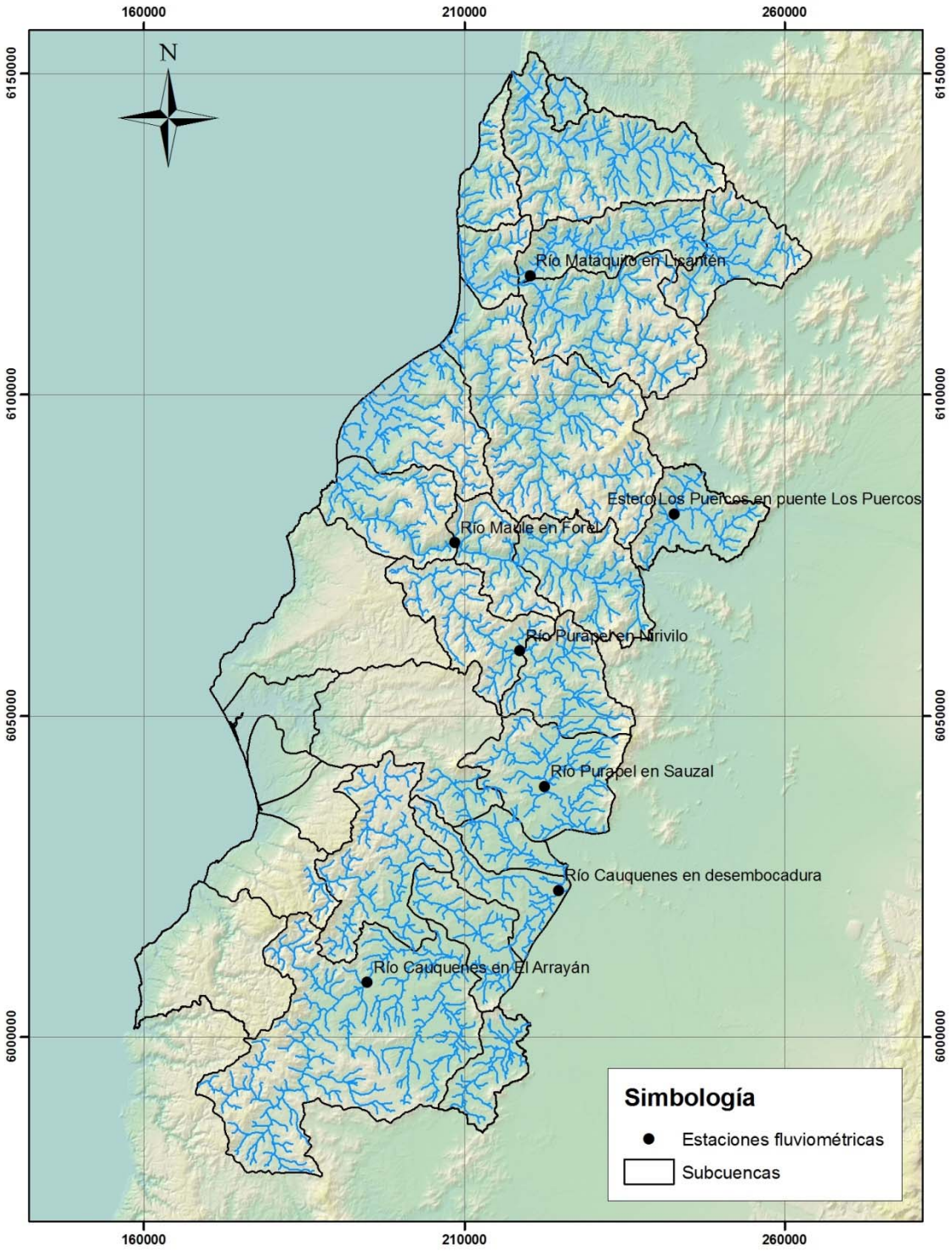
Elaboración propia.

Tabla 5.3-6
Caudales Medios Mensuales por Estación Fluviométrica, período 1963-2012

Estación Nº	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Q Medio Anual
													(m3/s)
1	84,55	34,16	27,47	41,95	63,02	154,78	170,77	143,23	138,09	120,10	123,21	123,59	102,08
2	3,40	3,66	4,64	4,85	3,41	7,39	7,38	7,12	4,25	2,76	3,91	3,41	4,68
3	195,63	131,05	174,65	279,82	442,59	734,17	956,15	820,79	658,92	479,03	426,11	312,38	467,61
4	0,35	0,31	0,26	0,40	1,55	4,59	5,21	4,06	3,61	1,79	0,83	0,58	1,96
5	0,43	0,36	0,34	0,61	1,65	7,55	10,16	7,29	5,09	2,78	1,30	0,64	3,18
6	0,87	0,72	0,74	0,95	3,92	17,38	26,96	25,93	18,45	6,82	3,17	1,52	8,95
7	0,46	0,31	0,34	0,65	2,47	10,96	16,78	15,97	8,84	5,16	2,56	0,90	5,45

Elaboración propia

Figura 5.3-5
Estaciones Fluviométricas Seleccionadas para el Análisis



Datum: WGS84 Huso 19S
Elaboración propia

5.3.3 Modelo Pluvial

El análisis fluviométrico en las cuencas de estudio se ha realizado en función de modelos pluviales utilizados por este consultor en estudios anteriores[2], generándose caudales en cuencas no controladas según lo indicado en la referencia anterior.

EL modelo pluvial MPL genera caudales de aporte del total de cada cuenca como escorrentía superficial, de esta forma se ha procedido al cálculo de dichos caudales para las cuencas de estudio.

a. Generalidades

El modelo matemático de síntesis de caudales en cuencas pluviales ha sido utilizado satisfactoriamente en otras cuencas del país y en otros proyectos de diversa índole.

Para el correcto uso del modelo, es necesaria su calibración con cuencas patrones que sean similares a las subcuencas del estudio. La comparación de los caudales sintetizados con los registros fluviométricos de las cuencas patrones, permite encontrar los valores de los parámetros con los cuales operar el modelo.

Detalles de sus fundamentos físicos y matemáticos se entregan en el Anexo 4.

b. Operación del Modelo Pluvial

El programa procesa la información contenida en los archivos de entrada y no requiere opciones internas, entregando un archivo resultado que contiene la estadística final de caudales medios mensuales generados.

Los 3 archivos de entrada al modelo son los siguientes:

- *pm.dat*: archivo de texto que contiene una matriz con la estadística de precipitaciones mensuales en milímetros para el total de años a generar. Este archivo es único y en caso de tener 2 o más estaciones pluviométricas, se debe generar una serie definitiva con anterioridad.

- *em.dt:* archivo de texto que contiene el promedio mensual de evaporación potencial en milímetros asociado a la cuenca. Se utiliza un promedio mensual para todos los años debido a la escasa información disponible para esta variable, y que hasta el momento no ha sido coincidente con la periodicidad de las precipitaciones.

[2] En estudios anteriores se han utilizado modelos como el MPL adaptado para condiciones específicas de las zonas estudiadas.

- *pci.dat:* archivo de texto con los coeficientes, parámetros y condiciones iniciales. Este archivo contiene la información de cada cuenca y las propiedades del tipo de suelo. En la Tabla 5.3-7 se describe la información almacenada en "pci.dat".

Tabla 5.3-7
Información contenida en el archivo "pci.dat"

DATOS	
NA	Número de años que generará el modelo a partir del primer año con información pluviométrica.
AREA	Área de la cuenca (km²).
CONDICIÓNES INICIALES	
Sini	Grado de humedad inicial (º/1).
Ezini	Escorrentía subterránea inicial (mm).
COEFICIENTES	
A	Coeficiente que multiplica el dato de lluvia para obtener la lluvia media sobre la cuenca.
B	Coeficiente que multiplica el dato de evaporación para obtener la evapotranspiración potencial sobre la cuenca.
PARÁMETROS	
Pmin	Porcentaje de la lluvia que se manifiesta como escorrentía superficial inmediata (º/1).
Hmax	Máxima lámina de agua contenida en el suelo saturado (mm).
K	Constante de tiempo del embalse subterráneo (días).
FC	Tasa de infiltración correspondiente a suelo saturado (mm/día).
ALFA	Variación de la tasa de infiltración por unidad de variación del grado de humedad (mm/día).
Smin	Grado de humedad correspondiente al punto de marchitez permanente (º/1).
Scrit	Grado de humedad crítico bajo el cual la tasa de evapotranspiración real decrece linealmente (º/1).
Scc	Grado de humedad correspondiente a la capacidad de campo (º/1).

Fuente: Elaboración propia

El modelo opera de acuerdo a los fundamentos físicos y matemáticos explicados en el Anexo 4, aplicando básicamente un balance en la cuenca con los datos de entrada para generar así la escorrentía final.

Los resultados corresponden a una serie de caudales medios mensuales generados y que son almacenados en un archivo de salida denominado "Qs.res". Este archivo guarda la información en m³/s con formato de texto y puede ser fácilmente leído desde una planilla Excel para su posterior análisis según sea el propósito, calibración de parámetros o generación de estadísticas.

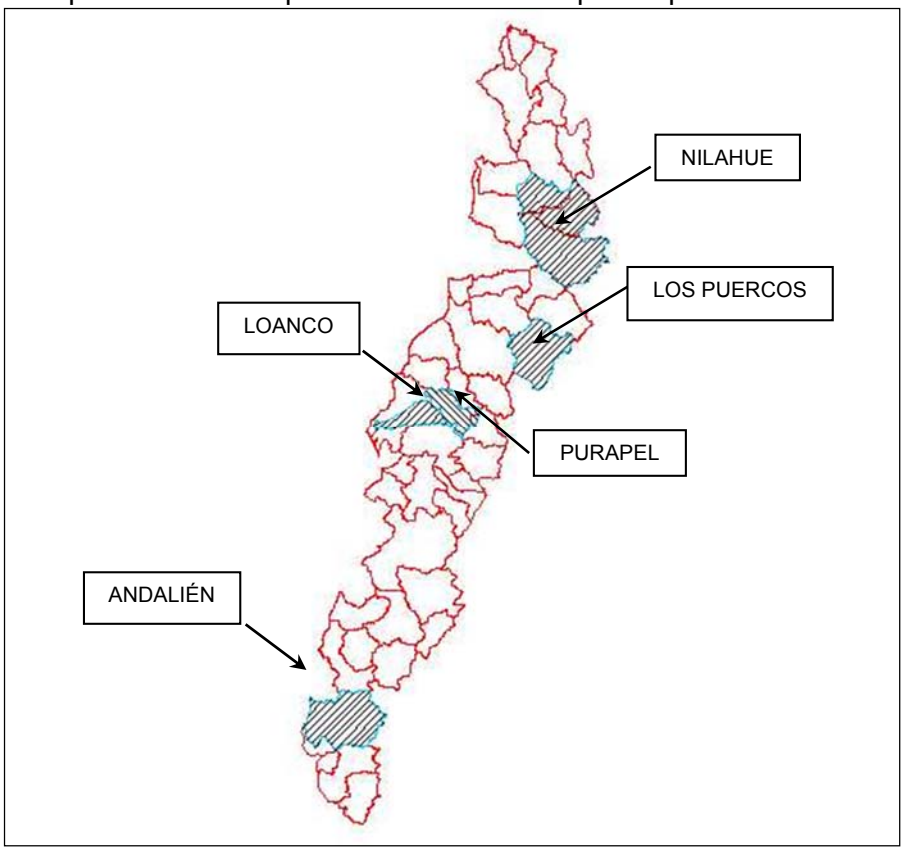
Mediante la comparación de series generadas con series existentes en una cuenca controlada, es posible definir un conjunto de parámetros representativos de esta cuenca denominada patrón, y así posteriormente generar estadísticas en cuencas con similares características. Los detalles del proceso de calibración se explican en el punto siguiente y en el Anexo 5, para cada patrón.

c. Calibración del Modelo Pluvial

El objetivo principal del proceso de calibración es encontrar un grupo de parámetros representativos para una cuenca con control fluviométrico que pueda servir de patrón a otra u otras de similares características, dando mayor importancia a la calidad que a la cantidad de las estadísticas.

En la Figura 5.3-6 se muestran las cuencas patrón que fueron calibradas en el estudio CNR-AC, 2003, cuyos detalles se presentan en el Anexo 5.

Figura 5.3-6
Representación esquemática de cuencas patrón para calibración



Fuente: Elaboración propia

d. Aplicación Modelo Pluvial

Una vez determinados los parámetros que ajustan las cuencas patrón, se procedió a establecer un patrón y una estación pluviométrica a cada subcuenca del estudio. En la Tabla 5.3-8 se muestran las áreas asociadas a cada subcuenca local, calculadas mediante software geográfico, además de la cuenca patrón a la que se asocia para determinar los parámetros para el archivo “pci.dat”.

Los datos mensuales de evapotranspiración potencial de cada subcuenca se obtuvieron del Atlas Agroclimático, mediante la ponderación de las áreas de cada subcuenca asociadas a cada distrito agroclimático, esta ponderación se muestra en la Tabla 5.3-9, mientras que el resultado final de evapotranspiración potencial se muestra en la Tabla 5.3-10. La precipitación anual y mensual fue calculada en el capítulo de precipitación para cada subcuenca, con los métodos ahí explicados.

A partir de la información anteriormente expuesta, se generaron los caudales medios mensuales para las 20 cuencas pluviales locales (Ver Anexo 6). En la Tabla 5.3-11 siguiente se presentan los valores de Caudales Medios Mensuales y Anual generados para cada cuenca.

Tabla 5.3-8
Áreas de las Subcuencas

Nº	Subcuenca	Área [km^2]	Cuenca Patrón asociada
1	Costeras entre límite regional y río Mataquito	130	Nilahue
2	Vichuquén	524	Nilahue
3	Mataquito Costa	111	Nilahue
4	Mataquito Hualañé Licantén	245	Nilahue
5	Mataquito Peralillo	231	Nilahue
6	Curepto	419	Nilahue
7	Huenchullamí	755	Purapel
8	Putú	332	Loanco
9	Constitución	256	Loanco
10	Maule Las Vegas	167	Purapel
11	Maule Curtiduría	279	Purapel
12	Pinotalca	513	Loanco
13	Purapel Alto	263	Purapel
14	Purapel Medio	229	Purapel
15	Purapel Bajo	320	Purapel
16	Empedrado	478	Purapel
17	Reloca	130	Loanco
18	Chanco	89	Loanco
19	Rahue	116	Loanco
20	Belco	103	Purapel
21	Cauquenes-Arenal	165	Purapel
22	Cauquenes-Las Garzas	187	Purapel
23	Cauquenes-Huedque	1.019	Andalién
24	Curanipe	201	Loanco
25	Costeras al sur de Curanipe	371	Andalién
26	Vaquería	135	Andalién

Elaboración propia.

Tabla 5.3-9
Porcentaje de cada Subcuenca en los distintos Distritos Agroclimáticos

Nº	Subcuenca / Distrito	7-9	7-13	7-15	7-16	7-8	7-10	7-12	7-1	7-2
1	Costeras entre Límite Regional y Río Mataquito	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
2	Vichuquén	16,6%	0,0%	0,0%	0,0%	27,7%	55,7%	0,0%	0,0%	0,0%
3	Mataquito Costa	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
4	Mataquito-Hualañé-Licantén	85,7%	0,0%	0,0%	0,0%	14,2%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%
5	Mataquito-Peralillo	35,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	64,5%	0,0%	0,0%
6	Curepto	87,3%	0,1%	0,0%	0,0%	12,4%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%
7	Huenchullamí	48,6%	14,2%	0,0%	0,0%	37,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
8	Putú	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	99,9%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
9	Constitución	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	82,8%	0,0%	0,0%	17,2%	0,0%
10	Maule-Las Vegas	16,6%	1,0%	4,9%	0,0%	35,9%	0,0%	0,0%	0,0%	41,5%
11	Maule-Curtiduría	21,9%	26,5%	48,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,3%
12	Pinotalca	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	38,4%	0,0%	0,0%	51,6%	10,1%
13	Purapel Alto	0,0%	1,1%	25,1%	0,0%	25,7%	0,0%	0,0%	0,0%	48,1%
14	Purapel Medio	0,0%	75,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
15	Purapel Bajo	0,0%	34,8%	24,5%	27,1%	0,0%	0,0%	13,7%	0,0%	0,0%
16	Empedrado	0,0%	0,0%	35,0%	0,0%	5,3%	0,0%	0,0%	8,9%	50,8%
17	Reloca	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	0,0%	0,0%	99,2%	0,0%
18	Chanco	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
19	Rahue	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	30,1%	69,9%
20	Belco	0,0%	0,0%	28,5%	6,3%	0,0%	0,0%	65,1%	0,0%	0,0%
21	Cauquenes-Arenal	0,0%	0,0%	41,9%	27,4%	0,0%	0,0%	30,7%	0,0%	0,0%
22	Cauquenes-Las Garzas	0,0%	0,0%	36,8%	0,0%	0,0%	0,0%	63,2%	0,0%	0,0%
23	Cauquenes-Huedque	0,0%	0,0%	44,6%	0,0%	0,0%	0,0%	47,4%	0,0%	8,0%
24	Curanipe	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	40,5%	58,9%
25	Costeras al sur de Curanipe	0,0%	0,0%	1,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	39,2%	59,1%
26	Vaquería	0,0%	0,0%	51,0%	0,0%	0,0%	0,0%	49,0%	0,0%	0,0%

Elaboración propia.

Tabla 5.3-10
Evapotranspiración Potencial Ponderada para cada Subcuenca (mm)

Nº	Subcuenca	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
1	Costeras entre Límite Regional y R. Mataquito	159,00	149,60	124,00	89,00	54,00	28,40	19,00	28,40	54,00	89,00	124,00	149,60	1.068,00
2	Lago Vichuquén	160,37	150,97	125,30	90,30	55,22	29,63	20,22	29,63	55,30	90,30	125,37	150,97	1.083,58
3	Mataquito Costa	159,00	149,60	124,00	89,00	54,00	28,40	19,00	28,40	54,00	89,00	124,00	149,60	1.068,00
4	Mataquito-Hualañé-Licantén	171,87	161,87	134,47	97,15	59,75	32,43	22,43	32,43	59,84	97,15	134,56	161,87	1.165,85
5	Mataquito-Peralillo	181,10	170,61	142,01	103,02	63,93	35,42	24,94	35,42	64,03	103,02	142,11	170,61	1.236,19
6	Curepto	172,16	162,15	134,71	97,33	59,88	32,52	22,51	32,52	59,96	97,33	134,79	162,15	1.168,02
7	Huenchullamí	170,42	160,45	133,20	96,04	58,82	31,62	21,66	31,62	58,87	96,04	133,25	160,45	1.152,43
8	Putú	159,01	149,61	124,01	89,00	54,00	28,40	19,00	28,40	54,00	89,00	124,01	149,61	1.068,05
9	Constitución	160,89	151,37	125,41	89,95	54,46	28,52	19,00	28,50	54,48	89,95	125,43	151,37	1.079,34
10	Maule-Las Vegas	169,76	159,78	132,50	95,25	57,99	30,72	20,74	42,42	46,32	95,25	132,52	159,78	1.143,05
11	Maule-Curtiduría	183,53	172,80	143,41	103,37	63,25	33,93	23,20	34,86	62,38	103,37	143,48	172,80	1.240,39
12	Pinotalca	166,28	156,43	129,49	92,74	55,95	29,05	19,20	31,84	53,16	92,74	129,54	156,43	1.112,86
13	Purapel Alto	173,79	163,56	135,58	97,40	59,20	31,25	21,02	44,82	45,65	97,40	135,61	163,56	1.168,85
14	Purapel Medio	187,50	176,53	146,55	105,63	64,68	34,73	23,75	34,73	64,70	105,63	146,58	176,53	1.267,50
15	Purapel Bajo	188,18	177,17	147,04	105,97	64,83	34,77	23,76	34,77	64,90	105,97	147,11	177,17	1.271,64
16	Empedrado	177,56	167,11	138,50	99,49	60,43	31,86	21,42	46,17	46,15	99,49	138,54	167,11	1.193,82
17	Reloca	169,92	159,82	132,14	94,46	56,68	29,09	19,00	29,00	56,78	94,46	132,24	159,82	1.133,40
18	Chanco	170,00	159,90	132,20	94,50	56,70	29,10	19,00	29,00	56,80	94,50	132,30	159,90	1.133,90
19	Rahue	173,50	163,26	135,21	96,95	58,66	30,64	20,40	50,33	38,97	96,95	135,24	163,26	1.163,34
20	Belco	185,73	174,93	145,49	105,34	65,10	35,75	24,95	35,75	65,20	105,34	145,59	174,93	1.264,10
21	Cauquenes-Arenal	187,33	176,39	146,43	105,63	64,72	34,87	23,92	34,87	64,82	105,63	146,53	176,39	1.267,53
22	Cauquenes-Las Garzas	185,37	174,59	145,20	105,13	64,96	35,67	24,89	35,67	65,06	105,13	145,30	174,59	1.261,58
23	Cauquenes-Huedque	184,64	173,89	144,50	104,45	64,31	35,02	24,26	37,28	62,14	104,45	144,59	173,89	1.253,43
24	Curanipe	173,04	162,82	134,81	96,62	58,39	30,42	20,20	46,98	41,84	96,62	134,85	162,82	1.159,43
25	Costeras al sur de Curanipe	173,22	162,99	134,96	96,74	58,47	30,48	20,25	47,10	41,85	96,74	135,00	162,99	1.160,79
26	Vaquería	185,51	174,71	145,20	104,99	64,68	35,27	24,47	35,27	64,78	104,99	145,30	174,71	1.259,88

Elaboración propia.

Tabla 5.3-11
Caudales Medios Mensuales y Anual Generados por Sector Local, período 1963-2012 (m^3/s)

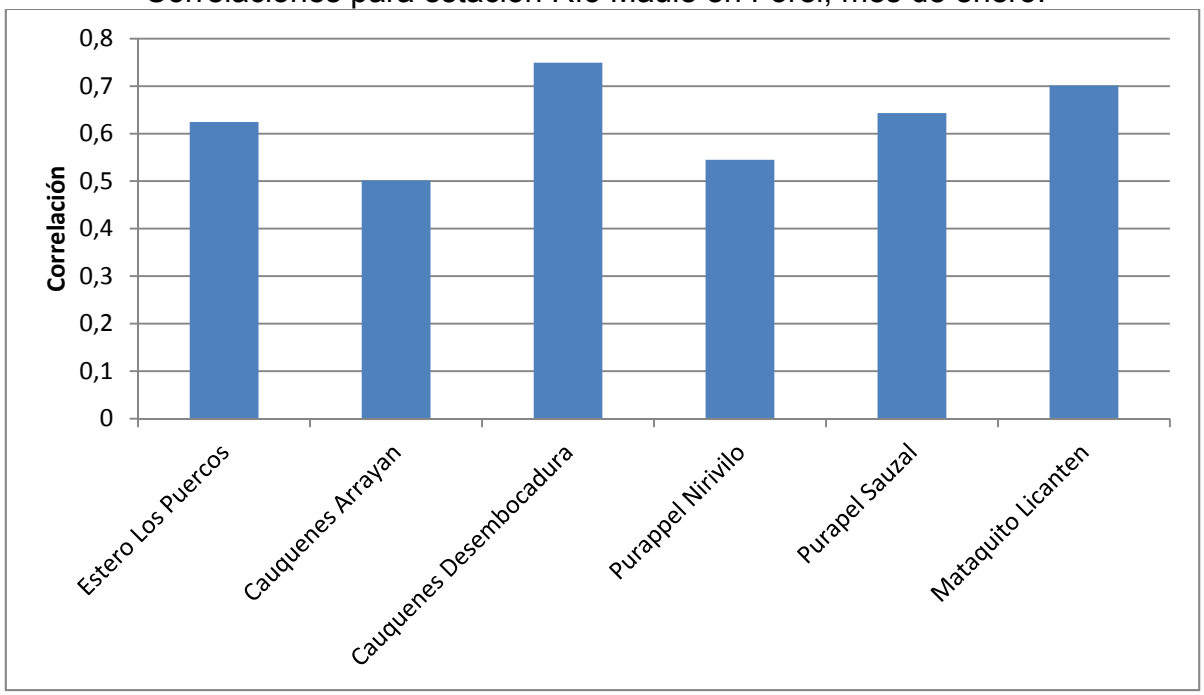
Sector Nº	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Medio Anual
1	0,28	0,15	0,15	0,40	1,17	2,78	3,49	3,78	2,93	1,91	1,11	0,57	1,56
2	0,93	0,53	0,58	1,37	4,98	11,07	12,89	13,17	10,94	7,04	3,89	1,93	5,78
3	0,25	0,14	0,13	0,36	1,05	2,52	3,22	3,49	2,59	1,70	0,99	0,51	1,41
4	0,42	0,25	0,27	0,67	2,20	5,26	6,37	6,13	5,04	3,19	1,74	0,86	2,70
5	0,34	0,21	0,25	0,62	1,90	4,61	5,64	5,23	4,20	2,71	1,42	0,72	2,32
6	0,74	0,44	0,47	1,17	4,27	10,47	12,92	11,03	8,67	5,42	2,99	1,47	5,00
7	1,14	0,69	0,83	2,17	8,57	22,41	28,51	23,00	14,97	8,34	4,47	2,24	9,78
8	0,60	0,37	0,37	1,02	2,87	6,53	9,04	9,92	6,68	4,23	2,37	1,19	3,77
9	0,61	0,39	0,37	0,75	2,76	7,13	10,54	10,85	5,68	3,86	2,24	1,16	3,86
10	0,42	0,26	0,26	0,51	3,35	7,36	10,18	9,04	3,90	2,72	1,68	0,79	3,37
11	0,57	0,36	0,43	0,82	3,64	8,63	11,28	10,99	5,87	3,63	2,07	1,06	4,11
12	1,26	0,81	0,74	1,61	6,19	14,83	21,86	21,22	11,73	7,86	4,56	2,34	7,92
13	0,67	0,42	0,41	0,87	5,61	12,15	16,45	13,91	6,39	4,36	2,59	1,24	5,42
14	0,49	0,33	0,31	0,73	2,78	7,09	8,55	8,17	4,88	3,06	1,60	0,81	3,23
15	0,70	0,50	0,41	1,00	2,92	8,08	9,99	10,10	6,43	4,02	2,09	1,10	3,94
16	1,20	0,79	0,65	1,56	6,91	17,86	23,59	21,44	11,18	7,46	4,21	2,08	8,25
17	0,34	0,22	0,18	0,48	1,77	4,18	5,72	5,13	3,23	2,07	1,19	0,62	2,09
18	0,22	0,15	0,12	0,33	1,28	2,88	3,92	3,46	2,16	1,35	0,77	0,39	1,42
19	0,35	0,23	0,19	0,48	2,25	4,73	6,18	4,99	3,09	2,06	1,20	0,62	2,20
20	0,25	0,18	0,12	0,33	0,95	2,85	3,43	3,44	2,13	1,40	0,74	0,38	1,35
21	0,35	0,26	0,19	0,51	1,49	4,05	5,00	4,95	3,14	2,02	1,04	0,53	1,96
22	0,45	0,31	0,24	0,60	2,12	5,46	6,83	6,46	3,97	2,61	1,40	0,72	2,60
23	3,17	2,40	1,81	4,56	12,75	26,01	31,32	33,55	18,56	13,56	8,47	4,59	13,40
24	0,59	0,39	0,32	0,82	3,77	7,97	10,42	8,53	5,27	3,48	2,02	1,04	3,72
25	1,28	0,89	0,72	1,76	5,47	11,09	13,96	12,93	8,08	5,68	3,63	2,05	5,63
26	0,43	0,33	0,25	0,66	2,19	3,61	3,78	3,41	2,50	1,81	1,07	0,63	1,72

Elaboración propia.

La Tabla anterior muestra valores de referencia respecto a caudales medios mensuales por subcuenca o sector. Es importante señalar que más adelante en el estudio, se identificará las fuentes de agua para la recarga y se evaluará la disponibilidad de recursos superficiales sobre las subcuencas específicas que aportarían a futuros proyectos de recarga artificial. Se generarán estadísticas que serán sometidas a análisis de frecuencia para determinar la disponibilidad asociada a distintas probabilidades de excedencia. En particular será relevante conocer la disponibilidad estimada para las condiciones 85% y 50% de probabilidad de excedencia; la primera se compara con los derechos constituidos en la zona de aguas arriba del área, de forma de estimar disponibilidad legal de recursos permanentes. Además, dichos recursos, en caso de existir, permitirían disponer de agua para recarga, en promedio 5 de cada 6 años, aproximadamente, lo que permite pensar en proyectos de desarrollo agrícola con frutales. La condición de caudales 50% de probabilidad de excedencia, si bien no coincide con el criterio utilizado para la asignación de derechos eventuales (20%), genera magnitudes más conservadoras de disponibilidad y permitiría disponer de agua para recarga artificial, en promedio, una vez cada dos años, lo que permite pensar en proyectos de desarrollo agrícola con cultivos anuales.

A modo de ejemplo, en la figura siguiente muestra las correlaciones para la estación fluviométrica Río Maule en Forel, para el mes de enero, en ésta se distinguen las mejores correlaciones para así generar el relleno.

Figura 5.3-7
Correlaciones para estación Río Maule en Forel, mes de enero.



5.3.4 Aforos

Con el objeto de conocer de mejor manera los procesos hidrológicos e hidrogeológicos que ocurren en la zona de estudio, se realizó una campaña de aforos en diversos puntos de cauces superficiales que son tributarios al río Cauquenes. Esta campaña se efectuó entre los días 20 y 25 de julio de 2013. La Figura 5.3-8 muestra los puntos donde se realizaron los aforos, mientras que en la Tabla 5.3-12 se muestran los resultados de dichas mediciones.

Los aforos se realizaron de acuerdo a los estándares de la DGA, utilizando un molinete alemán marca Ott, de hélice, para velocidades en el rango de 0,005 a 3,5 m/s y molinete norteamericano (EEUU) pigmeo de taza cónica para velocidades en el rango 0,005 a 1,8 m/s. Los instrumentos están calibrados en el Instituto Nacional de Hidráulica (INH).

Se utilizó la metodología de Área-Velocidad. Como las alturas de escurrimiento en general eran pequeñas, se tomó un punto por vertical, a una altura desde el fondo igual a 0,6 de la altura de escurrimiento.

Dependiendo del ancho de la sección de control del escurrimiento, se definió entre 1 y 10 abscisas por aforo, salvo en cauces pequeños en que se midió solo 2 o 3.

Se adjunta en el Anexo 7, Aforos, los certificados de calibración de los instrumentos.

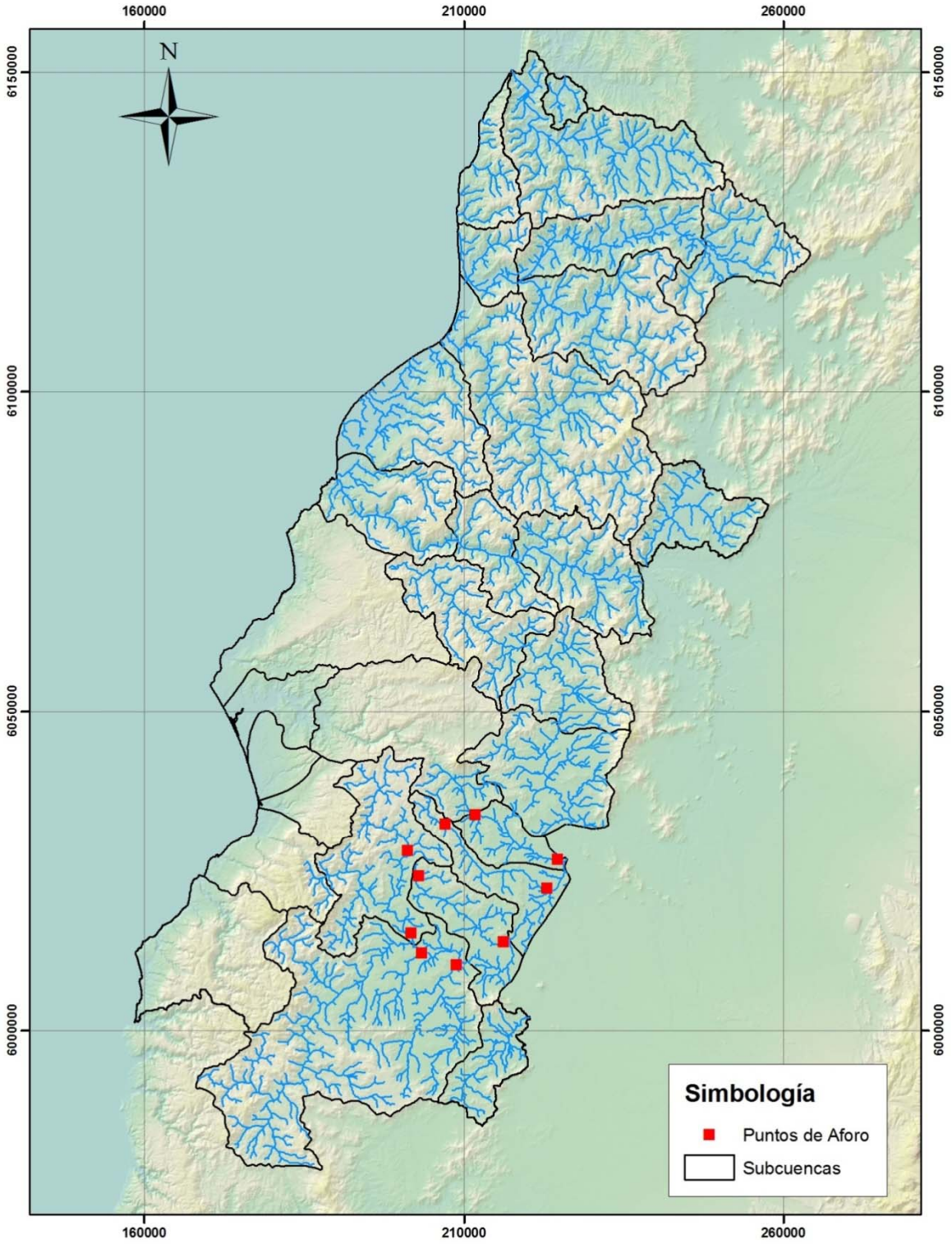
Tabla 5.3-12
Caudales Aforados Cuenca del Río Cauquenes

Punto	Descripción	COORDENADA UTM (m)		Cota	Fecha	Hora	Caudal
		Este	Norte	(m)			(m3/s)
1	Estero Los Coipos aguas arriba confluencia Río Cauquenes	749.657	6.011.612	127	20-07-2013	13:30	0,883
2	Estero Taqueral aguas arriba confluencia Río Cauquenes	744.313	6.013.789	130	20-07-2013	10:57	0,182
3	Río Tutuvén aguas arriba confluencia Río Cauquenes	742.836	6.017.028	134	20-07-2013	11:30	1,304
4	Estero Culenco o Las Garzas zona cabecera	744.630	6.025.821	172	25-07-2013	10:40	0,012
5	Río del Rosal zona cabecera	743.124	6.029.863	160	25-07-2013	11:50	0,844
6	Estero Arenal zona cabecera	749.212	6.033.741	200	25-07-2013	13:20	0,031
7	Estero Belco zona cabecera	753.984	6.034.896	142	20-07-2013	15:25	0,003
8	Estero Arenal aguas arriba confluencia Río Cauquenes	764.474	6.022.631	117	25-07-2013	16:15	0,106
9	Estero Belco aguas arriba confluencia Río Cauquenes	766.419	6.027.089	109	20-07-2013	16:22	0,062
10	Estero Culenco o Las Garzas aguas arriba confluencia Río Cauquenes	757.155	6.014.681	117	20-07-2013	15:05	0,218

Nota: Coordenadas UTM WGS84, Huso 18S
Fuente: Elaboración propia

En el Anexo 7 se presentan las mediciones hechas en los distintos puntos, junto con las fotografías de esta labor.

Figura 5.3-8
Puntos de Aforo



Datum WGS 84, Huso 19 S
Elaboración propia

5.4 Estudio Hidrogeológico

5.4.1 Geología

5.4.1.1 Generalidades

La geología regional del presente estudio se basa en el análisis de la información contenida en los siguientes estudios:

- Estudio Hidrogeológico del Secano Interior y Costero. Regiones VI, VII y VIII; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA; GCF Ingenieros Consultores, 2002.
- Diagnóstico de Recursos Hídricos en Secano Interior y Costero VI A VIII Región, Comisión Nacional de Riego, AC Ingenieros Consultores Ltda., 2003.
- Mapa Geológico de Chile, Versión Digital. SERNAGEOMIN, Publicación Geológica Digital Nº4, 2003.
- Series Metamórficas del Basamento Cristalino de la Cordillera de la Costa, Chile Central. U. de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geología. Félix González-Bonorino, 1970.
- Geología del Borde Oriental de la Cordillera de la Costa entre los Ríos Mataquito y Maule, VII Región. U. de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geología.Patricio Bravo, 2001.

La información analizada se complementó con la obtenida de las visitas a terreno realizadas para el presente estudio.

La geología regional elaborada se basa en una descripción sintética de las unidades geológicas, incluyendo tanto las unidades de definición formal como las informales. Las unidades han sido definidas de acuerdo a su edad y al origen predominante de las rocas que las componen. En la Tabla 5.4.1-1 se identifican todas las unidades descritas, ordenadas según su litología predominante.

Tabla 5.4.1-1
Unidades Geológicas del Área de Estudio

Unidades de Tiempo Geológico		Litologías Predominantes			
		Depósitos Sedimentarios no Consolidados	Rocas Sedimentarias	Rocas Volcánicas	Rocas Cristalinas
Cuaternario		Sedimentos Continentales, Q (*)			
		Depósitos Eólicos (Q_e)			
Terciario	Paleógeno				Batolito Andino (Kgd)
Cretácico	Inferior			Formación Lo Valle (Kl)	
Jurásico	Medio				Intrusivos de la Cordillera de la Costa (Mg)
	Inferior		Sedimentitas (Jim)		
Triásico	Superior		Rocas sedimentarias y volcánicas (Tr)		
Paleozoico					Basamento Metamórfico (Bm)
					Basamento granítico (Bg)

(*): En este grupo se encuentran las clasificaciones: Qfa, Qf, Qfca, Qfi, Qai, Qfai, Qc, Qg, Qrg, Qp y Qt, que se describen más adelante.

La definición de las unidades geológicas se efectuó utilizando como base la publicación del Instituto de Investigaciones Geológicas: Avance Geológico de las Hojas Rancagua-Curicó, Talca-Linares y Chanco, escala 1:250.000, F. Escobar, R. Guzmán, C. Veira, IIG, 1977 y complementándolo con el Mapa Hidrogeológico de Chile, Sernageomin 2003.

5.4.1.2 Descripción de las Unidades

Rellenos Cuaternarios no Eólicos (Q)

La macrounidad de rellenos cuaternarios no eólicos se observa en la zona de la desembocadura del río Mataquito y sus inmediaciones, ubicada en el sector norte del Área de Estudio. Las subunidades que la constituyen se describen a continuación.

a) Depósitos Fluviales Actuales (Qfa)

Sedimentos fluviales actuales, distribuidos en los cauces de ríos y esteros y en sus inmediaciones más cercanas; se han generado por la depositación de sedimentos acarreados por las aguas de estos cursos de aguas superficiales. Su composición granulométrica corresponde a arenas gruesas y medias, y gravas finas en menor cantidad, con intercalaciones de estratos compuestos por (i) gravas medias y (ii) arenas finas con escasos finos. Posee una buena selección; escasa matriz, compuesta principalmente por arena fina y limo. Muy bajo grado de compactación y nula cementación. El tamaño de los clastos abarca gravas finas, medias y gruesas;

son redondeados a subredondeados, de esfericidad media a baja; composición polimíctica.

b) Depósitos Fluviales (Qf)

Sedimentos fluviales aterrazados, originados por paleocauces y niveles bases diferentes a los actuales. Su composición granulométrica corresponde a arenas medias, con intercalaciones de estratos compuestos por (i) gravas gruesas con una escasa matriz de arena media a gruesa (ii) arenas medias a finas y limo. Ambas secuencias con irregular distribución lateral. Posee una buena selección; matriz compuesta principalmente por arena fina, limo y arcilla. Bajo grado de compactación y nula cementación. El tamaño de los clastos abarca gravas finas, medias y gruesas; ocasionalmente aparecen bolones superiores a 20 cm; son redondeados a subredondeados, de esfericidad media a baja; composición polimíctica.

c) Rellenos Fluviales de Cauce Antiguo (Qfca)

Corresponde a sedimentos fluviales provenientes de antiguas llanuras fluviales, que actualmente rellenan la depresión central. Su composición granulométrica corresponde a arenas medias con pocos finos. Se intercalan estratos compuestos por: (i) gravas finas y gruesas de matriz arenosa (ii) arenas finas limo-arcillosas con escasos clastos. Posee una buena selección; las intercalaciones limo-arcillosas poseen una matriz abundante que se compone principalmente por arena fina, con limo y arcilla. En las gravas, la matriz corresponde mayoritariamente a arena media. Bajo grado de compactación y nula cementación. Los clastos son del tamaño de gravas finas, medias y gruesas; son redondeados a subredondeados, de esfericidad media a baja; composición polimíctica.

d) Relleno Fluvial de Valles Interserranos (Qfi)

Depósitos sedimentarios fluviales y fluvioaluvionales, en menor grado, de edad cuaternaria, que rellenan valles de la Cordillera de la Costa y serranías intermedias. La acumulación de estos sedimentos ha ocurrido, y sigue ocurriendo, por procesos fluviales y “lavados” de las laderas de cerros compuestos por roca meteorizada y por depósitos regolíticos. Se compone de arenas medias y gruesas con muy escasas gravas y algunas intercalaciones relevantes de (i) gravas finas a medias en una matriz arenosa, y (ii) estratos limo-arcillosos con arena fina. De moderada selección; dada su granulometría no tiene un porcentaje de matriz propiamente tal; posee de 10% a 15% de finos, principalmente limos. Bajo grado de compactación y nula cementación. El tamaño de los clastos varía entre grava fina y media; subredondeados a redondeados, de esfericidad media; polimícticos, compuestos principalmente por rocas intrusivas y areniscas. Se distribuye en pequeñas planicies alrededor de los cursos actuales de aguas superficiales.

e) Depósitos Aluviales de Valles Interserranos (Qai)

Depósitos sedimentarios predominantemente aluviales de edad cuaternaria, que rellenan valles con drenajes menores dispuestos en la Cordillera de la Costa y serranías bajas circundantes. La acumulación de estos sedimentos ha ocurrido, y sigue ocurriendo, por procesos gravitacionales y la acción del agua que genera "lavados" de las laderas de cerros compuestos por roca meteorizada y por depósitos regolíticos. Se compone de arenas medias con escasas gravas y algunas intercalaciones relevantes de (i) arenas gruesas con gravas finas en una matriz areno-limosa, y (ii) estratos limo-arcillosos. De moderada selección; de matriz compuesta principalmente por arena media con un moderado contenido de arcilla. Bajo grado de compactación y nula cementación. El tamaño de los clastos varía entre grava fina y media; subredondeados y subangulosos, de esfericidad media a baja; monomícticos, compuestos principalmente por rocas graníticas y cuarzos. Forma pequeñas planicies comúnmente dispuestas entre los depósitos gravitacionales, en la cabecera de las quebradas, hasta los Depósitos Fluviales (Qf) y Depósitos Fluviales de Cauce Antiguo (Qfca).

f) Depósitos Fluviales y Aluviales de Valles Interserranos (Qfai)

Depósitos sedimentarios fluviales y aluviales actuales, de edad cuaternaria, que rellenan valles de la Cordillera de la Costa y serranías intermedias. La acumulación de estos sedimentos ha ocurrido, y sigue ocurriendo, por procesos fluviales y "lavados" de las laderas de cerros compuestos por roca meteorizada y por depósitos regolíticos. Se compone de arenas medias con intercalaciones de estratos limo-arcillosas. De moderada a mala selección; matriz compuesta principalmente por arena media y fina con contenido de arcilla. Bajo grado de compactación y nula cementación. El tamaño de los clastos varía entre grava fina y arena gruesa; subangulosos a subredondeados, de esfericidad media; monomícticos, compuestos principalmente por cuarzos y fragmentos líticos de composición granitoide. Se distribuye en pequeñas planicies como el principal relleno de pequeños valles y quebradas. Forma pequeñas llanuras desde el piedemonte de los altos relieves y colinas hasta los depósitos fluviales actuales, formando terrazas de 1 a 3 m en el límite con estos últimos.

g) Depósitos Cineríticos (Qc)

Sedimentos cineríticos del Pleistoceno Superior-Holoceno que se distribuyen en gran parte del valle central al sur de la coordenada UTM N 6.124 Km. Sus emplazamientos más occidentales ocurren a través de valles importantes como el Río Mataquito. De acuerdo a Bravo (2011), son parte de ignimbritas provenientes de la Caldera Calabozos en las nacientes del Cipreses del Maule. Definido como "Abanico piroclástico del Río Claro-Lircay" por Varela y Moreno (1982); son correlacionables con los "Depósitos Cineríticos" de la Carta Hidrogeológica de Rancagua (Hauser, 1990). Su composición granulométrica corresponde a arenas medias y gruesas con abundante ceniza y algunas intercalaciones (i) fluviales

gravosas; (ii) limo-arcillosas. Posee una buena selección; la es mayormente cinerítica y posee un grado medio de compactación y cementación. Clastos producto de redepositación fluvial de tamaño grava fina y media; bien redondeados y baja esfericidad; polimícticos. Se distribuye en el extremo oriente del valle de Mataquito, al este de la coordenada UTM 247 Km. Forma pequeñas planicies que se extienden alrededor de los depósitos fluviales (Qf); aparecen como terrazas sobre estos últimos. Su estratificación es subhorizontal. Cursos de agua menores atraviesan la unidad formando quebradas profundas con forma de pequeños cañones.

h) Depósitos Gravitacionales (Qg)

Corresponde a escombros de falda y otros depósitos del Cuaternario Superior, predominantemente de origen gravitacional. Formados por fragmentación de rocas expuestas en superficie, remoción y depositación en los bordes topográficamente inferiores de los macizos rocosos. Su distribución es discontinua y local, aunque mayoritariamente alrededor de los valles. Granulométricamente constituidos por arena media y gruesa, grava media y gruesa con arcilla. De mala selección; posee generalmente un 25-35 % de matriz arcillosa pudiendo llegar a 50-60 %. Bajo grado de compactación y nula cementación. El tamaño de los clastos varía ampliamente entre 5 y 40 cm; son todos angulosos y de baja esfericidad, su composición es monomíctica, prevaleciendo rocas ígneas y fragmentos de cuarzo. Forma taludes y conos de deyección que terminan en pequeñas llanuras aluviales.

i) Regolitos (Qrg)

Corresponden a sedimentos cuaternarios que conforman depósitos no transportados generados por la meteorización de las rocas de composición granitoide del Batolito de la Costa. Se distribuyen a lo largo de la Cordillera de la Costa en zonas con poco relieve, adquiriendo espesores de 2 a 6 m. Algunos autores agrupan a estos sedimentos como subunidad del Batolito de la Costa. Respecto a la litología, está compuesta por roca fracturada y descompuesta de tamaño arena gruesa, grava media y gruesa, además de arcilla muy plástica. Su granulometría es heterogénea. Posee una matriz arcillosa, muy plástica, cuya fracción es proporcional al grado de meteorización. El grado de compactación es bajo y no presenta cementación. Corresponde a clastos monomícticos de tamaño grava fina a gruesa, angulosos y de esfericidad media.

j) Depósitos de Playa y Dunas (Qp)

Sedimentos eólicos y depósitos de playa holocénicos a actuales. Se distribuyen a lo largo de la región costera formando una franja continua, mayoritariamente uniforme, entre las coordenadas UTM N 6.060 Km y N 6.030 Km. Granulométricamente corresponden a arenas medias; de muy buena selección; muy bajo grado de compactación y nula cementación. No presenta clastos relevantes; predominan los granos de cuarzo.

k) Terrazas Litorales (Qt)

Depósitos sedimentarios aterrazados, pleistocénicos, que se distribuyen en el área costera sobre el basamento ígneo-metamórfico. De origen continental y marino, se habrían formado durante períodos interglaciales, favorecidos por niveles altos del mar. Litológicamente corresponden en general a areniscas de cementación y compactación media; aparecen escasas intercalaciones de conglomerados cuarcíferos medios con matriz de arena cuarcífera media a gruesa y un poco de finos. La cobertura de meteorización es escasa, ya que tiende a erosionarse con relativa facilidad, formando depósitos gravitacionales locales con apariencia fluvial madura. Distribución principalmente costera; se extienden sobre el sector norte y sur de la desembocadura del Río Mataquito, desde la coordenada UTM E 215 Km al oeste. Alcanza potencias del orden de 40 a 55 m. Forma terrazas sobre el basamento ígneo-metamórfico, cuyos bordes costeros terminan en acantilados.

Depósitos Cuaternarios Eólicos (Qe)

Depósitos sedimentarios, con una compactación moderada a alta, forman un talud de suave pendiente inclinado hacia la costa. Estos depósitos se habrían originado predominantemente por depositación eólica. Litológicamente corresponden a areniscas de grano medio. En general la matriz es escasa (10-20 %), compuesta mayoritariamente por arenas finas y limos. Sus granos se componen en un 40 % a 50 % por cuarzo; la porción restante presenta una composición mayoritariamente lítica. Tiene un alto grado de selección. Incluye algunas intercalaciones de limolitas y areniscas finas de similar composición. La estratificación es mayoritariamente laminar. Está cubierto por un suelo vegetal con un espesor promedio de 0,5 m. Sólo en la franja costera más cercana al mar, aproximadamente al este de la coordenada UTM 178 Km, la unidad Qe está recubierta por Depósitos de Playa y Dunas. Cubre las planicies y altos topográficos de prácticamente toda el área. Su morfología es suave y ondulada y tiende a formar extensas planicies. Su friabilidad presenta importantes cárcavas de erosión alrededor de la localidad de Chanco y 3 Km al norte. Debido al escaso relieve de la unidad y la poca profundidad de las quebradas que la disectan, no es posible inferir un espesor de más de 25 a 30 m. Sin embargo, datos geofísicos indicarían potencias de hasta 100 m de esta unidad, hasta alcanzar rocas sedimentarias consolidadas o el basamento ígneo-metamórfico.

Batolito Andino (Kgd)

Se han incluido en este término a las rocas graníticas de edad Cretácico Superior y Terciario Inferior. En general estas rocas son de colores claros a gris medio, de grano fino a medio, y varían en composición entre adamelitas y granodioritas.

Se distribuyen en general en el lado oriental del área, en la Cordillera Principal, aunque también son comunes en la vertiente este de la Cordillera de la Costa. En

el borde poniente de la Cordillera de la Costa, suelen aparecer como pequeños stocks que intruyen las unidades más antiguas.

Las unidades que conforman el Batolito Andino, han sido asignadas al Cretácico Superior y al Terciario Inferior en base a dataciones radiométricas, y a sus relaciones de contacto.

Formación Lo Valle (Kl)

Esta unidad está formada por rocas consolidadas volcano – sedimentarias, que conforman parte del basamento de la Cordillera de la Costa. Las rocas volcano – sedimentarias son originadas por la depositación de coladas volcánicas alternadas con sedimentación continental y pertenecen a la Formación Lo Valle, de edad cretácica.

Litológicamente predominan las rocas volcanoclásticas con abundantes coladas riolíticas y andesíticas, con intercalaciones sedimentarias continentales y marinas constituidas por calizas y lutitas.

La cobertura de meteorización en general no supera un metro de espesor. La fracción arcillosa sobre las rocas representa entre un 15 a 30% intrusivas, generando un suelo residual tipo maicillo (regolitos).

Intrusivos de la Cordillera de la Costa (Mg)

En el sector oriental de la Cordillera de la Costa, en las cercanías de la desembocadura del río Mataquito, se ha reconocido un conjunto de cuerpos graníticos de composición en general semejante a los granitoides paleozoicos y de textura más fina.

Algunos de los cuerpos plutónicos que han sido atribuidos al Basamento Granítico, corresponden en realidad a varios eventos intrusivos del Mesozoico. En base a antecedentes estratigráficos y radiométricos se ha interpretado estos cuerpos como resultado de un magmatismo intrusivo triásico superior-jurásico, el cual se manifestaría en la vertiente oriental de la cordillera de la costa. Algunos de estos cuerpos ígneos han sido individualizados por relaciones de contacto con secuencias estratificadas del Triásico o mediante dataciones radiométricas; sin embargo, no se han establecido ciclos intrusivos diferenciados en el Mesozoico. Considerando los antecedentes expuestos, se le ha asignado, tentativamente, una edad jurásica al conjunto de cuerpos graníticos que se distribuyen al oriente de la cordillera de la costa.

En su mayoría estos cuerpos se localizan según una franja discontinua de afloramientos de dirección general NNE-SSW. Estos cuerpos intrusivos están

frecuentemente localizados en zonas cuyos relieves destacan por su mayor altura con respecto al paisaje general de la región. Este fenómeno, causado por las diferencias texturales y composicionales de las rocas mesozoicas, originan en ellas mayores resistencias a la acción de la meteorización y erosión.

En el sector central del área de estudio, aflora un complejo intrusivo constituido por granitos rosados, granodioritas, microgranitos y dioritas gábricas. Estos intrusivos serían de edad máxima triásica y mínima jurásica.

Sedimentitas (Jim)

Corvalán (1976) describió, en el sector de Vichuquén-Tilicura y Hualañé una secuencia sedimentaria de origen marino y continental correspondiente al relleno de cuencas del Triásico Superior-Jurásico Inferior, desarrolladas sobre rocas graníticas y metamórficas paleozoicas (graniodoritas y esquistos, respectivamente). La sección triásica incluye, en Vichuquén-Tilicura: lutitas, grauwacas y conglomerados, mientras que, en Hualañé, dominan las areniscas con intercalaciones de lutitas fisibles.

En la zona, las rocas descritas se observan bastante dislocadas por efectos de pliegues y fallas. En superficie, presentan importante fracturamiento y, localmente, inducen el desarrollo del suelo residual.

Rocas Sedimentarias y Volcánicas (Tr)

Rocas sedimentarias y volcánicas que se encuentran depositadas discordantemente sobre rocas metamórficas y graníticas paleozoicas. Se distribuyen en el sector nororiental de la cordillera de la costa en forma de afloramientos prácticamente continuos.

Moreno et al. (1976) describen la siguiente litología: lutitas, pizarrozas y areniscas, lavas y brechas andesíticas, pedernal y conglomerados de cuarzo. Lagno (1979) reconoce, en la parte sur del cuadrángulo de Pocillas, que esta secuencia sedimentario-volcánica está compuesta de arriba hacia abajo por: alternancia de areniscas cuarcíferas y lutitas con intercalaciones de conglomerados de cuarzo.

De acuerdo a la flora fósil encontrada por Moreno et al. (1976), 3 Km al noreste del cerro Quilvo, se le asigna una edad rética a las rocas sedimentarias. El ambiente de depositación de esta secuencia sería marino de acuerdo a bivalvos encontrados en las lutitas (Charrier, 1979).

Basamento Metamórfico (Bm)

Según González-Bonorino[3], el cuerpo principal de la Cordillera de la Costa está constituido por el basamento cristalino ígneo-metamórfico de Chile Central. Esta cordillera, corresponde a una unidad orográfica de escasa altura que delimita al Este con el Valle Central o Longitudinal.

Los esquistos de la Cordillera de la Costa han sido generalmente considerados como precámbricos, debido a su carácter metamórfico y la carencia de restos fósiles. Análisis raiométricos han revelado que al menos la mayor parte de esas rocas son no más antiguas que devónica (Munizaga, 1967; González-Bonorino, 1967). En otras partes del territorio se encuentran rocas sedimentarias con fósiles de esa edad (Ruíz, 1965), pero sus relaciones no han sido estudiadas.

Según el autor, parce probable que el complejo metamórfico esté constituido, esencialmente por una sola gran unidad cronoestratigráfica que se extiende por lo menos desde La Serena hasta el archipiélago de Los Chonos.

Litológicamente, el basamento metamórfico se carcteriza por la predominancia de rocas epiclásticas de grano fino, metamorfizadas en grado generalmente no más elevado que el de la facies de esquistos verdes (Aguirre, 1965).Las direcciones estructurales predominantes son entre N-S y NO-SE, pero otras también son comunes.

Varios tipos y tamaños de cuerpos intrusivos atraviesan el complejo metamórfico. Los más antiguos serían ciertos cuerpos ultrabásicos que afloran cerca de Valdivia y en varias localidades del complejo patagónico, pequeñas masas de este tipo también han sido halladas en la vecindad de Constitución (Godoy, 1970). Mucho más extensos son los cuerpos graníticos, uno de los cuales es el batolito que limita al Este gran parte del área metamórfica de la Cordillera de la Costa de Chile Central.

Por su parte, el batolito paleozoico de la Cordillera de la Costa de Chile Central se extiende por unos 550 km, desde cerca de Valparaíso hasta 120 km al Sur de Concepción. El tipo de roca predominante es una granodiorita biotítica de grano medio. La granodiorita es generalmente homófana (homófana: dícese de las rocas formadas por granos del mismo tamaño) y de grano parejo, excepto en la vecindad del contacto donde la roca es bandeada y presenta xenolitos de textura porfírica. El contacto esquisto – batolito está en gran parte oscurecido por meteorización o cubierto por coluvio, pero donde fue observado aparece relativamente neto. La zona de migmatización y penetración venosa intensa abarca solo algunos metros o decenas de metros. En muchos lugares, como el río Maule, por ejemplo, hay cuerpos satélites alargados, paralelos al contacto, o tabiques de esquistos dentro del Plutón, a pesar de esto, el límite principal del batolito puede ser trazado con cierta facilidad y resulta ser, en gran escala, notablemente parejo. Los plutones

[3] Series Metamórficas del Basamento Cristalino de la Cordillera de la Costa, Chile Central. U. de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemática. Departamento de Geología. 1970.

satélites, de varias decenas o centenares de metros de espesor, son generalmente lecocráticos, de grano más fino que el cuerpo principal, algo porfiroides o en su defecto, aplíticos.

El contacto del batolito corre esencialmente paralelo a la esquistosidad y a los ejes de pliegues de las rocas metamórficas.

El límite intrusivo oriental es desconocido, oculto como está debajo de la cubierta mesozoica y cenozoica del Valle Central o aun quizá debajo de la estructura andina. Sin embargo es probable que el batolito tenga forma alargada en dirección N-S, con caracteres de cuerpo mesozonal.

En el sector de estudio existen tres series de metamorfismo progresivo, cada una caracterizada por una sucesión diferente de zonas minerales y de facies o subfacies.

- La serie Curepto, forma la mayor parte de la faja metamórfica entre Bucalemu y el extremo Sur de la faja, cerca de Concepción.

- La Serie Nirivilo, corresponde a una estrecha faja adyacente al batolito, y

- La serie Pichilemu, que forma la expansión al norte de Bucalemu,en el extremo Norte de la Faja.

A pesar de las diferencias mineralógicas, la litología de las tres series es bastante similar, y los contactos entre ellas son esencialmente graduales.

Las series Curepto y Pichilemu son, por su extensión y carácter petrográfico, más o menos típicas de metamorfismo regional (dinamotérmico), mientras que la serie Nirivilo tiene las características de una aureola de contacto (metamorfismo térmico).

Basamento Granítico (Bg)

Corresponde a rocas intrusivas con un importante grado de meteorización; la fuerte alteración genera casi siempre una cobertura de sedimentos cuaternarios de tipo regolítico, sobreyaciendo a la roca. El basamento intrusivo, con abundante cobertura regolítica, genera una morfología de colinas de pendiente suave y conforma el basamento de la mayor parte del sector este de la Cordillera de la Costa entre las coordenadas geográficas 35º 30’ y 37º 00’ de latitud Sur, abarcando el sector sur del Área de Estudio. El Basamento Granítico está espacialmente relacionado al Basamento Metamórfico, ambos forman un conjunto conocido como Basamento Cristalino.

La cobertura de meteorización posee una potencia entre 1 y 10 m. Sin embargo, se estima que puede alcanzar hasta 25-30 m en algunos sectores. Forma un suelo

residual tipo “maicillo" con una fracción arcillosa que varía ampliamente entre 15% y 60 %.

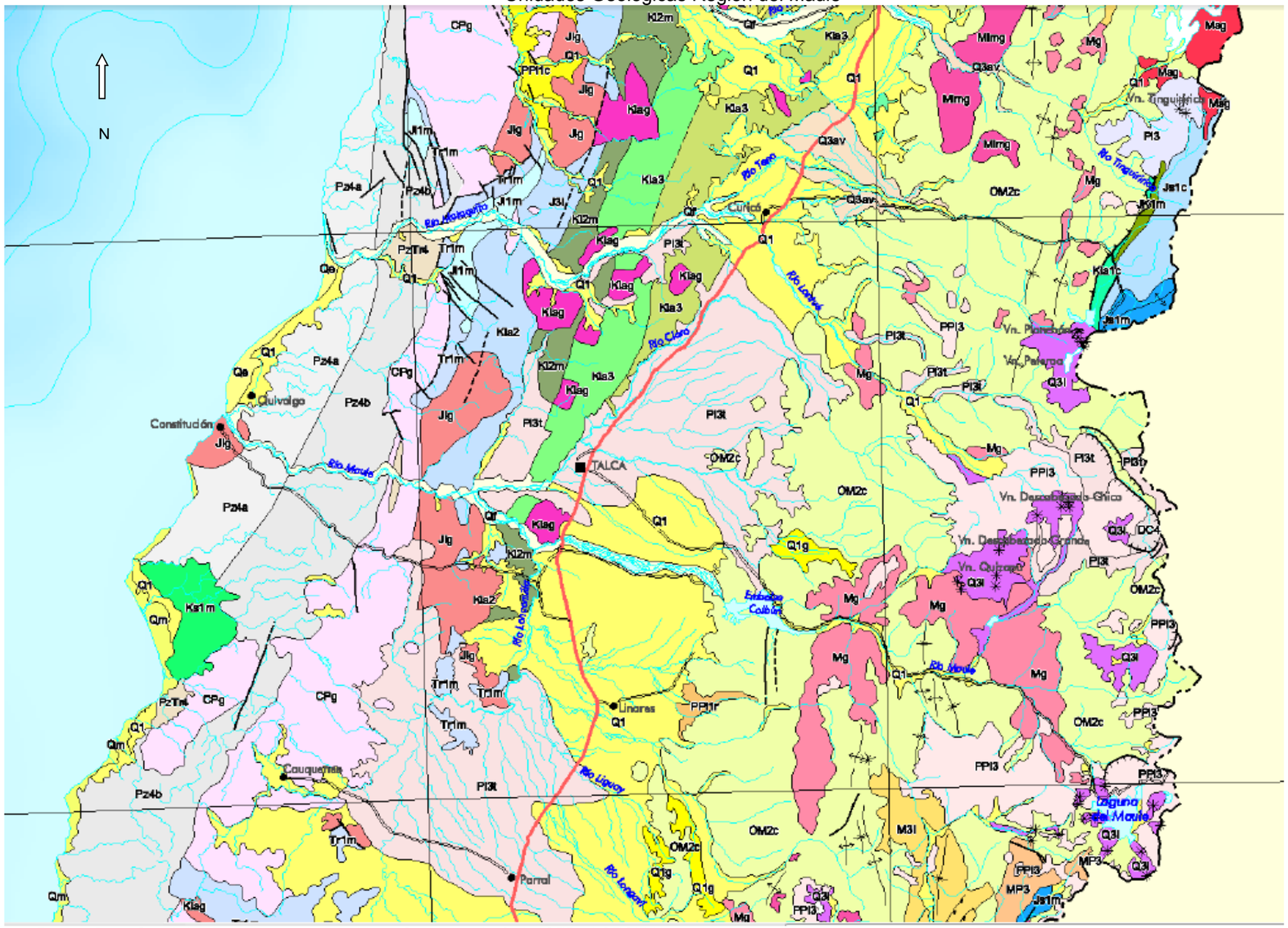
Litológicamente las rocas intrusivas corresponden a granitoides, tales como granodioritas, monzonitas y monzodioritas, de grano medio a grueso, las que en general muestran haber estado sometidas a fuertes efectos cataclásticos. Algunas rocas graníticas y gábricas mesozoicas intruyen a este basamento. Al microscopio, el cuarzo se observa muy fracturado y con fuerte extinción ondulosa; los feldespatos también están fracturados y con sus planos de macla desplazados; las biotitas a su vez muestran sus planos de clivaje doblados. Los granitoides que conforman el Basamento Granítico muestran a menudo grandes y muy característicos cristales de microclina, no siendo éstos observados en granitos de otras edades en la región estudiada.

En general las rocas graníticas que conforman esta unidad se distribuyen en el sector occidental del área, en la Cordillera de la Costa, en una franja a grandes rasgos paralela al Basamento Metamórfico y al oriente de éste. El contacto entre ambas unidades es aproximadamente norte-sur.

El Basamento Granítico intruye rocas metasedimentarias de edad paleozoica superior; unidades triásicas que afloran en la parte centro-oriental del área se apoyan discordantemente sobre el Basamento Granítico, por lo cual, es factible asignar esta unidad al Paleozoico Superior.

En forma complementaria, se presenta una información más reciente, pero más general, que da cuenta de las unidades geológicas presentes en el área. Estos antecedentes corresponden al Mapa Geológico de Chile del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN, 2003), del cual se ha extraído la Figura 5.4.1-1 que a continuación se presenta.

Figura 5.4.1-1
Unidades Geológicas Región del Maule



Fuente: Base Geológica Escala 1:1.000.000, Mapa Geológico de Chile, SERNAGEOMIN, 2003.

En la Tabla siguiente se ubican en la escala geológica temporal, las unidades geológicas presentes en el área de estudio. A continuación de la tabla, se presentan las descripciones de dichas unidades.

Tabla 5.4.1-2
Unidades Geológicas del Área de Estudio

Unidad de Tiempo Geológico		Litologías Predominantes				
		Secuencias Sedimentarias	Secuencias Volcano-sedimentarias	Secuencias Volcánicas	Rocas Intrusivas	Rocas Metamórficas
Cenozoico	Cuaternario	Q1, Qm, Qe				
	Neógeno					
	Paleógeno					
Mesozoico	Cretácico	Ks1m			Klag	
	Jurásico	J1m		J3i	Jig	
	Triásico	Tr1m				
Paleozoico					CPg	Pz4a, Pz4b
Precámbrico						

- **Descripción de las Unidades**

Q1: Pleistoceno- Holoceno

Corresponden a depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvioglaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados. En la Depresión Central, regiones Metropolitana a IX: abanicos mixtos de depósitos aluviales y fluvioglaciales con intercalación de depósitos volcanoclásticos.

Qm: Pleistoceno-Holoceno

Corresponden a depósitos litorales: arenas y gravas de playas actuales.

Qe: Pleistoceno – Holoceno

Corresponden a depósitos eólicos: arenas finas a medias con intercalaciones bioclásticas en dunas y barjanes tanto activos como inactivos. En las regiones I a VII: dunas de Santo Domingo y Quivolgo.

Ks1m: Cretácico Superior

Corresponden a secuencias sedimentarias marinas de plataforma, litorales o transicionales: areniscas, conglomerados, lutitas, calizas extraclásticas y oolíticas, sucesiones turbidíticas. En la Cordillera Principal, región II: Formación Lomas Negas y Estratos de Quebrada Blanca de Poquis; en la costa, regiones VII y VIII: Formación Quiriquina; en la XII: formaciones Cerro Toro y Punta Barrosa.

Klag: Cretácico Inferior alto – Cretácico Superior bajo (123-85 Ma)

Corresponden a dioritas y monzodioritas de piroxeno y homblenda, granodioritas, monzogranitos de homblenda y biotita. En la Cordillera de la Costa, regiones II a IV , al este del Sistema de Fallas Atacama – El Romeral y asociados a mineralización de Fe-Cu-Au (Candelaria) y Cu-Au (Andacollo); en la Cordillera de la Costa, regiones V a X.

J1m: Jurásico – Neocomiano

Corresponden a secuencias sedimentarias marinas carbonatadas y clásticas: calizas, lutitas, areniscas calcáreas, para-conglomerados, niveles de yeso e intercalaciones volcánicas subordinadas. En la Precordillera, regiones I a III: formaciones Livilcar, Sierra del Cobre, Quehuita (inferior), Quinchamale (inferior) y El Profeta (superior)

J3i: Jurásico

Corresponden a secuencias volcánicas continentales y marinas: lavas y aglomerados basálticos a andesíticos, tobas riolíticas, con intercalaciones de areniscas, calizas marinas y conglomerados continentales. En la Cordillera de la Costa, regiones I a III: formaciones Camaraca y La Negra; en la Cordillera Principal, región VIII: Formación Nacientes del Biobío (Miembro I calma).

Jig: Jurásico Inferior (202-178 Ma)

Corresponden a dioritas, gabros y monzodioritas de piroxeno, dioritas cuarcíferas y granodioritas y tonalitas de homblenda y biolita. En la Cordillera de la Costa, regiones II a III: plutones Flamenco y Caldera-Pajonales.

Tr1m: Triásico Superior

Corresponden a secuencias sedimentarias marinas y transicionales: areniscas, conglomerados, limolitas y calizas. En la Precordillera y zona costera, regiones II a IV: formaciones Cerro Minado, San Félix y El Quereo.

CPg: Carbonífero-Pérmico (328-235 Ma)

Corresponden a granitos, granodioritas, tonalitas y dioritas de homblenda y biotita, localmente de muscovita. En la Precordillera y Cordillera Principal, regiones I a IV: Batolitos compuestos, 'stocks' y cuerpos hipabisales (Sierra Moreno, Cordillera de Domeyko, Batolito Elqui-Limarí); en la Cordillera Principal, regiones X y XI: Batolito Panguipulli-Riñihue y 'Stock' Leones.

Pz4a: Silúrico-Carbonífero

Corresponden a esquistos muscovíticos y metabasitas, metachert y serpentinitas con metamorfismo de alto gradiente P/T (Serie Occidental) y metamorfismo del Carbonífero temprano. En la Cordillera de la Costa, regiones VI a IX.

Pz4b: Silúrico-Carbonífero

Corresponden a pizarras, filitas y metaareniscas con metamorfismo de bajo gradiente P/T (Serie Oriental) del carbonífero temprano. En la Cordillera de la Costa, regiones VI a IX.

5.4.2 Hidrogeología

5.4.2.1 Información Recopilada

Se recopilaron antecedentes de prospecciones geofísicas desarrolladas en los estudios que a continuación se indica;

Exploración de los recursos hídricos subterráneos, VII Región. DGA-AC Ingenieros Consultores, 1999. La exploración incluyó sondajes eléctricos verticales (SEV) y un perfil de gravedad. El área cubierta se ubica en la cuenca del río Cauquenes, aguas debajo de la confluencia con el río Tutuvén.

Estudio hidrogeológico del secano interior y costero. Regiones VI, VII y VIII. INDAP-IICA - GCF Ingenieros, 2002: Se cuenta con datos de TEMs y perfiles gravimétricos. La campaña fue realizada en noviembre de 2001 por la empresa Geodatos y las áreas cubiertas son: zona media-alta del río Cauquenes, zona baja del estero

Camarico, zona alta y media del estero Los Coipos, zona media y baja del estero Belco y zona media y baja del estero El Arenal,

Para determinar los parámetros hidrogeológicos correspondientes a cada subcuenca en estudio se utilizó información proveniente de tres fuentes, las que se detallan a continuación.

- **Diagnóstico de Recursos Hídricos en Secano Interior y Costero VI a VIII Región**

La primera fuente utilizada es el estudio "Diagnóstico de Recursos Hídricos en Secano Interior y Costero VI A VIII Región", CNR – AC Ingenieros Cons., 2003.

En este estudio se elaboró un catastro de captaciones, generado a partir estudios anteriores y verificaciones de terreno. Para los efectos de este trabajo se ha realizado un análisis de la información de ese catastro, ya que resulta de importancia para el presente estudio.

En el mencionado catastro se consigna información de las captaciones existentes en las cuencas y su uso, para determinar cuán intensa es la explotación de agua subterránea en el área. No se dispuso de información de estratigrafía de pozos y las frecuencias de bombeo fueron estimadas según el uso.

Los antecedentes obtenidos permitieron en dicho trabajo, caracterizar principalmente a los pozos, norias y/o punteras, que por sus dimensiones, profundidad y magnitud de la explotación, fueran representativas del medio acuífero.

Entre la información que entrega el catastro se tiene: cuenca en la que se encuentra el pozo, coordenadas U.T.M., profundidad perforada y habilitada, diámetro habilitado y de impulsión, fecha de término de construcción, constructor, uso (riego, potable, industrial u otro), caudal, nivel estático y nivel dinámico.

En el Anexo 8 se presentan los datos obtenidos del catastro realizado en el estudio mencionado, mientras que en la Tabla 5.4.2-1 se presenta un resumen de ese catastro.

Tabla 5.4.2-1
Tipo de Uso de las Captaciones Subterráneas por Cuenca

TIPO DE USO / CUENCA	Riego	Agua Potable	Industrial	Riego y Agua Potable	Riego e Industrial	Riego, A. Potable e Industrial	Sin Uso	Sin Información	Total Cuenca
Mataquito-Hualañé	5	19	8	-	-	-	-	-	32
Mataquito-Peralillo	-	5	-	-	-	-	-	-	5
Mataquito-Huaquén	1	8	-	-	-	-	-	1	10
Curepto	3	8	-	-	-	-	-	1	12
Huenchullamí	5	2	-	3	-	-	-	-	10
Empedrado	8	3	-	1	-	-	-	-	12
Reloca	-	2	-	-	-	-	-	-	2
Rahue	-	-	-	3	-	-	-	-	3
Tutuvén	2	1	-	-	-	-	3	1	7
Belco	1	-	-	2	-	-	1	-	4
Cauquenes-Arenal	6	3	-	-	-	-	-	-	9
Cauquenes-Las Garzas	13	2	-	3	-	-	2	-	20
Cauquenes-Huedque	27	11	-	5	-	-	6	4	53

Fuente: Elaboración Propia

A partir de los parámetros entregados por las pruebas de bombeo de que se dispuso al momento de realizar dicho trabajo, se determinó los coeficientes de permeabilidad, y transmisibilidad, que se entregan en el catastro. Por otra parte, sobre la base de los mismos antecedentes se determinó el gasto específico de cada captación.

Como una forma de resumir dichos antecedentes se estableció el rango de variación de cada uno de ellos a nivel de cuenca. Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 5.4.2-2.

En el caso de las profundidades habilitadas, no fue posible analizarlas en forma conjunta, ya que las variaciones según el tipo de captación eran considerables. Por lo tanto, se determinó los rangos de profundidades habilitadas para cada una de las cuencas según los distintos tipos de captación los cuales se presentan en la Tabla 5.4.2-3.

Tabla 5.4.2-2
Resumen de Parámetros Hidrológicos por Cuenca.

CUENCA	Q [l/s]	N.E. [m]	N.D. [m]	Transmisibilidad [m^2/día]	Permeabilidad [m/s]	Gasto especifico [l/s/m]
Mataquito-Hualañé	0,9-88	0,2-12	6,3-12	291-639	$1,4x10^{-4}$ - $8,1 x10^{-4}$	10,87-17,65
Mataquito-Peralillo	0,1-30	0,3-15	-	-	-	-
Mataquito-Huaquén	2,7-20	1,0-12	4,4-28,82	31-651	-	0,12-5,33
Curepto	0,13-4,5	0,3-20	-	-	$1,3x10^{-7}$ - $4,6 x10^{-6}$	-
Huenchullamí	-	0,3-3,5	-	-	-	-
Empedrado	1,5-23	0,8-15	-	-	-	-
Belco	2,0-7,0	5,0-20	-	-	-	-
Cauquenes-Arenal	4,5-17	0,3-15	-	-	-	-
Cauquenes-Las Garzas	0,5-16	0,2-11,5	9,92-33,7	-	-	0,27-2,07
Cauquenes-Huedque	0,02-11,1	0,5-9,7	5,7-22	13-84	$5,3x10^{-6}$ - $6,1 x10^{-5}$	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.4.2-3
Profundidades Habilitadas según tipo de Captación por Subcuenca (m)

CUENCA	TIPO DE CAPTACIÓN		
	SONDAJE	NORIA	PUNTERAS
Mataquito-Hualañé	12,0-40	1,5-8,0	-
Mataquito-Peralillo	23-40	-	-
Mataquito-Huaquén	8,0-45	-	-
Empedrado	18-40	-	-
Belco	15-25	-	-
Cauquenes-Arenal	15-25	-	-
Cauquenes-Las Garzas	14-42	-	-
Cauquenes-Huedque	10,0-72	3,0-12	-

Fuente: Elaboración Propia

- **Modelación Hidrogeológica de la Cuenca del río Cauquenes, Región del Maule**

La segunda fuente utilizada ha sido este estudio, realizado por GCF Ingenieros para la DGA en 2013, en el cual se ha evaluado hidrogeológicamente el área comprometida entre las cuencas del río Purapel y del río Cauquenes.

La información de los pozos catastrados durante ese estudio se ha consignado en el Anexo 9. El área que cubre ese catastro es parcial, pero permite una adecuada caracterización de esa parte de la zona de estudio.

Del mismo modo, en ese trabajo se analizaron pruebas de bombeo registradas por la DGA en los expedientes de solicitud de derechos de agua. Esas pruebas, de gasto variable y de gasto constante, se realizan para determinar la capacidad de producción que tendrán los pozos.

Las pruebas de gasto constante resultan más representativas de la condición de explotación de la napa subterránea en cada sector, es por ello que se utilizan, por sobre las de gasto variable, para una estimación más realista de las propiedades físicas de los acuíferos.

En la Tabla 5.4.2-4 se presentan las permeabilidades determinadas en este estudio, a partir de los resultados de las pruebas de caudal constante.

Tabla 5.4.2-4
Permeabilidades determinadas a partir de Pruebas de Gasto Constante

N°	Coord. Este WGS84 Huso 19S [m]	Coord. Norte WGS84 Huso 19S [m]	Permeabilidad [m/s]
1	190.710	6.005.726	1,30E-05
2	190.930	6.005.549	6,80E-05
3	190.931	6.005.550	3,60E-04
4	194.052	6.042.886	2,30E-05
5	196.076	6.002.316	1,80E-05
6	196.413	6.002.537	4,20E-05
7	196.474	6.002.540	1,40E-05
8	196.582	6.009.679	8,90E-05
9	196.594	6.009.588	9,60E-06
10	196.597	6.009.726	5,60E-05
11	196.648	6.004.679	3,70E-06
12	196.698	6.004.973	2,80E-04
13	201.140	6.014.156	1,50E-03
14	201.522	6.005.980	3,50E-06
15	201.589	6.005.918	8,10E-06
16	201.924	6.012.299	2,50E-05
17	202.611	6.009.898	2,10E-05
18	203.204	6.001.586	2,80E-06
19	204.931	6.039.766	1,80E-05
20	205.164	6.003.265	9,30E-06
21	205.686	6.012.191	2,50E-05
22	205.689	6.012.141	2,50E-05
23	205.728	6.009.379	5,00E-05
24	206.343	6.016.529	9,70E-05
25	206.517	6.012.608	7,90E-06
26	206.518	6.016.501	3,90E-05
27	206.553	6.013.015	1,40E-05
28	206.583	6.015.855	9,40E-06
29	206.789	6.012.690	1,30E-06
30	208.883	6.016.418	2,50E-05
31	208.939	6.016.909	1,00E-05
32	209.243	6.016.741	2,80E-05
33	209.244	6.016.692	1,20E-05
34	209.415	6.015.448	1,70E-04
35	209.483	6.016.492	4,20E-05
36	209.568	6.016.063	3,20E-05
37	209.579	5.998.538	1,70E-03
38	210.279	6.002.011	4,30E-05
39	210.422	6.015.279	1,30E-04
40	210.640	6.014.232	8,10E-05
41	210.794	6.015.512	9,90E-05
42	211.102	6.013.570	9,20E-06
43	211.170	6.013.465	6,10E-06
44	211.270	6.013.674	1,60E-04
45	211.473	6.009.346	3,20E-06
46	212.277	6.015.223	1,80E-05
47	212.931	6.010.591	8,80E-05
48	212.954	6.013.678	1,50E-04
49	214.700	6.013.432	6,90E-04
50	215.101	6.012.676	3,40E-03

Tabla 5.4.2-4 (Continuación)
Permeabilidades de Pruebas de Gasto Constante

N°	Coord. Este WGS84 Huso 19S [m]	Coord. Norte WGS84 Huso 19S [m]	permeabilidad [m/s]
51	215.576	6.014.044	7,20E-05
52	216.371	6.013.989	8,50E-06
53	216.703	6.009.036	8,30E-05
54	216.949	6.007.749	2,30E-05
55	216.967	6.008.084	3,00E-05
56	217.290	6.012.990	1,10E-04
57	217.294	6.013.467	4,90E-05
58	217.467	6.059.963	1,80E-04
59	217.758	6.012.774	5,10E-05
60	218.300	6.013.869	1,00E-05
61	218.306	6.011.878	4,60E-04
62	218.335	6.011.721	3,30E-04
63	218.653	6.012.321	4,00E-04
64	219.570	6.024.666	2,30E-04
65	220.010	6.018.455	2,40E-04
66	220.101	6.023.926	3,60E-04
67	220.193	6.025.684	2,20E-04
68	220.246	6.017.329	5,60E-04
69	220.360	6.018.671	1,30E-04
70	220.435	6.029.107	2,40E-05
71	220.803	6.018.801	2,90E-05
72	220.928	6.024.292	7,70E-05
73	221.010	6.030.137	3,90E-04
74	221.116	6.023.104	3,60E-05
75	221.362	6.027.634	9,50E-05
76	221.755	6.027.870	1,70E-04
77	221.814	6.019.482	4,40E-05
78	222.454	6.020.347	2,70E-04
79	223.135	6.024.668	1,40E-04
80	223.239	6.021.379	1,50E-04
81	223.340	6.024.571	3,40E-05
82	224.420	6.045.018	6,10E-07
83	224.647	6.024.035	8,30E-05

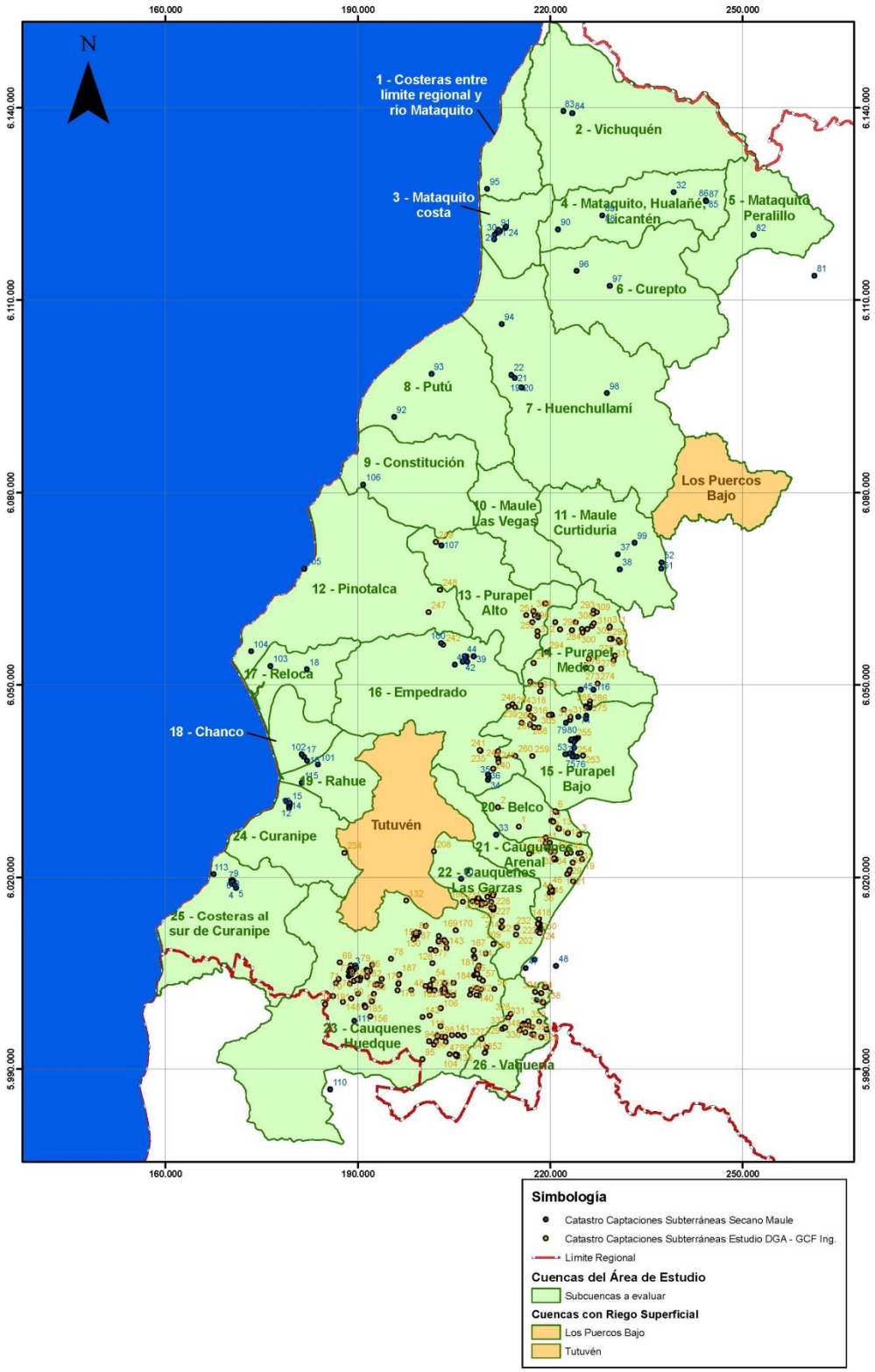
Fuente: Elaboración Propia

- **Pruebas de Bombeo realizadas en este estudio**

Finalmente, como parte del presente estudio, se realizaron pruebas de bombeo y recuperación en 13 sectores del área, que habían sido consideradas como sectores de interés para la implementación de proyectos de recarga artificial de acuíferos. Los registros de dichas pruebas se presentan en el Anexo 13.

En esas áreas se efectuó además un catastro de las captaciones de agua subterránea allí existentes. La información del catastro de esos pozos se ha incluido en el Anexo 10. En la Figura 5.4.2-1 se presenta la ubicación de los puntos correspondientes a los catastros de 2013, tanto del presente estudio como del estudio DGA – GCF Ing.

Figura 5.4.2-1
Catastro de Captaciones Subterráneas



Fuente: Elaboración propia

Respecto a las pruebas mismas, resulta más confiable el valor obtenido de permeabilidad durante el bombeo más que en la recuperación, el que resulta generalmente bastante menor, ya que en el movimiento del agua de la napa durante la recuperación, el efecto del flujo propio de esa napa influye en hacerla más lenta y, consecuentemente, resultando valores menores de la permeabilidad.

Los resultados y antecedentes de estas pruebas se presentan a continuación y luego, en la Tabla 5.4.2-5 se presenta el resumen de los resultados obtenidos en cada prueba de bombeo.

- Subcuenca N°3: Mataquito Costa – Sector Los Cuervos

En la subcuenca del estero Los Cuervos, vecina al río Mataquito cerca de su desembocadura se realizó una prueba de bombeo en una noria entubada, de 1,0 m de diámetro y 4,55 m de profundidad. Para la prueba de bombeo se extrajo un caudal de 8 l/s.

A partir de la interpretación de la prueba de bombeo se determinó una permeabilidad de $6{,}8\times10^{-4}$ m/s para este sector, mientras que de la prueba de recuperación se obtuvo $2{,}2\times10^{-5}$ m/s. De acuerdo con los valores anteriores, se considera que el valor de la permeabilidad para este sector es de $6{,}8\times10^{-4}$ m/s.

- Subcuenca N°11: Maule Curtiduría - Sector Los Maquis

Para el sector de Los Maquis se realizó una prueba de bombeo a un pozo de 44,2 m de profundidad, habilitado en 8”. Este pozo ubicado a unos 300 m al sur del río Maule. El caudal extraído para la prueba de bombeo alcanzó los 0,7 l/s.

A partir de la interpretación de la prueba de bombeo se determinó una permeabilidad de $8{,}7\times10^{-8}$ m/s, mientras que de la prueba de recuperación se obtuvo una permeabilidad de $1{,}3\times10^{-5}$ m/s, que parece más realista. Es por ello es que se ha adoptado el valor de la permeabilidad para este sector de $1{,}3\times10^{-5}$ m/s.

- Subcuenca N°11: Maule Curtiduría - Sector El Valle

En este sector sobre la ribera izquierda del río Maule, frente a Curtiduría, se realizó una prueba de bombeo en una noria entubada, de 1,0 m de diámetro y 10,0 m de profundidad. Esta noria se ubica aproximadamente a 1,3 km al suroeste del lecho del río Maule. Se bombeó un caudal de 8 l/s para la prueba de bombeo.

A partir de la interpretación de la prueba se determinó una permeabilidad de $1{,}0\times10^{-3}$ m/s para este sector, mientras que de la prueba de recuperación se obtuvo una permeabilidad de $4{,}1\times10^{-6}$ m/s. De acuerdo con los valores anteriores, se considera que el valor de la permeabilidad para este sector es de $1{,}0\times10^{-3}$ m/s.

- Subcuenca N°14: Purapel Medio - Sector Purapel

En la subcuenca Purapel Medio, vecino al fundo Purapel, se realizó una prueba de bombeo a un pozo de 40 m de profundidad, entubado en 6". Para la realización de la prueba de bombeo, se extrajo un caudal de 0,8 l/s.

A partir de la interpretación de la prueba de bombeo se obtuvo una permeabilidad de $8{,}0\times10^{-5}$ m/s, mientras que de la prueba de recuperación la permeabilidad resultó ser de $2{,}2\times10^{-6}$ m/s. De acuerdo con los valores anteriores, se ha adoptado que el valor de la permeabilidad para este sector es de $8{,}0\times10^{-5}$ m/s.

- Subcuenca N°16: Empedrado - Sector Estero Carrizo - El Corte

En este sector, perteneciente a la subcuenca de Empedrado, se realizó la prueba de bombeo en una noria entubada, de diámetro 0,80 m y 15,0 m de profundidad, a unos 3,5 km de la localidad de Empedrado. El caudal que se extrajo en dicha prueba alcanzó a los 0,3 l/s.

A partir de la interpretación de la prueba de bombeo realizada, se determinó una permeabilidad de $1{,}1\times10^{-5}$ m/s para este sector, mientras que de la prueba de recuperación se obtuvo una permeabilidad de $1{,}1\times10^{-5}$ m/s. De acuerdo con los valores anteriores, se adoptó un valor de la permeabilidad para este sector de $1{,}1\times10^{-5}$ m/s.

- Subcuenca N°18: Chanco - Sector Chanco

En este sector se realizó una prueba de bombeo a un pozo de 35 m de profundidad y habilitado en 8", ubicado al sureste de la localidad de Chanco. El caudal que se extrajo para la prueba de bombeo fue de 1,9 l/s.

A partir de la interpretación de la prueba se determinó una permeabilidad de $4{,}4\times10^{-6}$ m/s para este sector, mientras que de la prueba de recuperación se obtuvo una permeabilidad de $7{,}3\times10^{-7}$ m/s. De acuerdo con los valores anteriores, se considera que el valor de la permeabilidad para este sector es de $4{,}4\times10^{-6}$ m/s.

- Subcuenca N°20: Belco - Sector La Estrella

En el fundo La Estrella, perteneciente a la subcuenca del estero Belco, se realizó una prueba de bombeo a un pozo de 23 m de profundidad y habilitado en 8", ubicado en la zona conocida como El Sauzal.

La interpretación del bombeo llevó una permeabilidad de $2{,}6\times10^{-4}$ m/s, mientras que con la recuperación se obtuvo $1{,}6\times10^{-7}$ m/s. Aunque en la prueba de bombeo no fue

posible aforar el caudal extraído, ya que el pozo estaba conectado a tuberías de riego por goteo, se debió usar la información entregada por el propietario sobre el caudal extraído que habría sido de 7,3 l/s. De acuerdo con lo anterior, se ha adoptado como el valor de la permeabilidad para este sector $2{,}6\times10^{-4}$ m/s.

- Subcuenca N°21: Cauquenes Arenal - Sector El Arenal

En esta subcuenca se realizó una prueba de recuperación en una noria entubada de diámetro 0,80 m y 3,90 m de profundidad. Esta noria se ubica en el sector alto de la cuenca, en un área que originalmente se evaluó como factible para un proyecto de recarga artificial, aunque posteriormente fue desechada.

De la interpretación de la prueba de recuperación, se determinó que la permeabilidad de este sector alcanza a 8×10^{-6} m/s, lo que agrega a lo anterior que se tiene un sector muy poco atractivo hidrogeológicamente.

- Subcuenca N°22: Cauquenes Las Garzas - Sector Las Garzas

Para el sector de Las Garzas se pudo realizar sólo la prueba de recuperación para una noria revestida en ladrillo, de diámetro 1,1 m y 5,0 m de profundidad.

De la interpretación de la prueba de recuperación, se determinó que la permeabilidad de este sector alcanza a $8{,}0\times10^{-6}$ m/s.

- Subcuenca N°23: Cauquenes Huedque - Sector Fundo Tomenelo

La prueba de bombeo se realizó aquí a un pozo de 40 m de profundidad y 8” de diámetro, ubicado al oriente del cerro Quella. Aunque este pozo está fuera del área de estudio, se consideró al comienzo como posible para un proyecto de recarga artificial. Para realizar la prueba de bombeo, se extrajo un caudal de 20 l/s.

A partir de la interpretación de la prueba de bombeo se determinó una permeabilidad de $2{,}6\times10^{-4}$ m/s, mientras que de la recuperación se obtuvo un valor menor, de $9{,}2\times10^{-7}$ m/s. De acuerdo a esto, se considera que el valor de la permeabilidad para este sector es de $2{,}6\times10^{-4}$ m/s.

- Subcuenca N°23: Cauquenes Huedque - Sector Coronel de Maule

En este sector se estudió una batería de 6 punteras ubicadas al sur de la localidad de Coronel de Maule. Esta malla de punteras se ubica muy cercana a la ribera norte del río Huedque.

Para la prueba de bombeo se utilizó como pozo de observación una captación cercana, y se bombeó durante 3 horas un caudal de 1,4 l/s sin observarse descenso del nivel de la napa, motivado por estar en un medio acuífero de arenas y gravas muy permeables. Se ha estimado la permeabilidad como la de arenas medias uniformes, que sería de 1,0 x 10^{-4} m/s.

- Subcuenca N°24: Curanipe - Sector Pelluhue

En este sector se realizó una prueba de bombeo a un pozo de 22 m de profundidad, habilitado en tubería de 5". Este pozo está ubicado al este de la localidad de Pelluhue, unos 500 m al noreste del lecho del estero El Molino.

A partir de la interpretación de la prueba de bombeo se determinó una permeabilidad de 1,4×10^{-4} m/s para este sector, mientras que de la prueba de recuperación se obtuvo una permeabilidad de 4,1×10^{-8} m/s. La prueba de bombeo solo logró extraer un caudal de 0,7 l/s, lo que fue insuficiente para agotar la napa, tanto que a partir de los 12 minutos no se observó descenso del nivel en el pozo, debido a lo cual se ha adoptado un valor de 1,4×10^{-4} m/s para la permeabilidad.

- Subcuenca N°25: Costeras al Sur de Curanipe - Chovellén

En este sector se realizó una prueba de bombeo a una noria de 4 m de profundidad y de sección rectangular de 5 m × 6 m. Esta noria se ubica aproximadamente a 1 km al suroeste del lecho del río Chovellén. El caudal extraído para realizar la prueba de bombeo fue de 2,9 l/s.

A partir de la interpretación de la prueba se determinó una permeabilidad de 6,6×10^{-6} m/s para este sector, mientras que de la prueba de recuperación se obtuvo una permeabilidad de 5,7×10^{-4} m/s. De acuerdo con los valores anteriores, se considera que el valor de la permeabilidad para este sector es de 5,0×10^{-5} m/s.

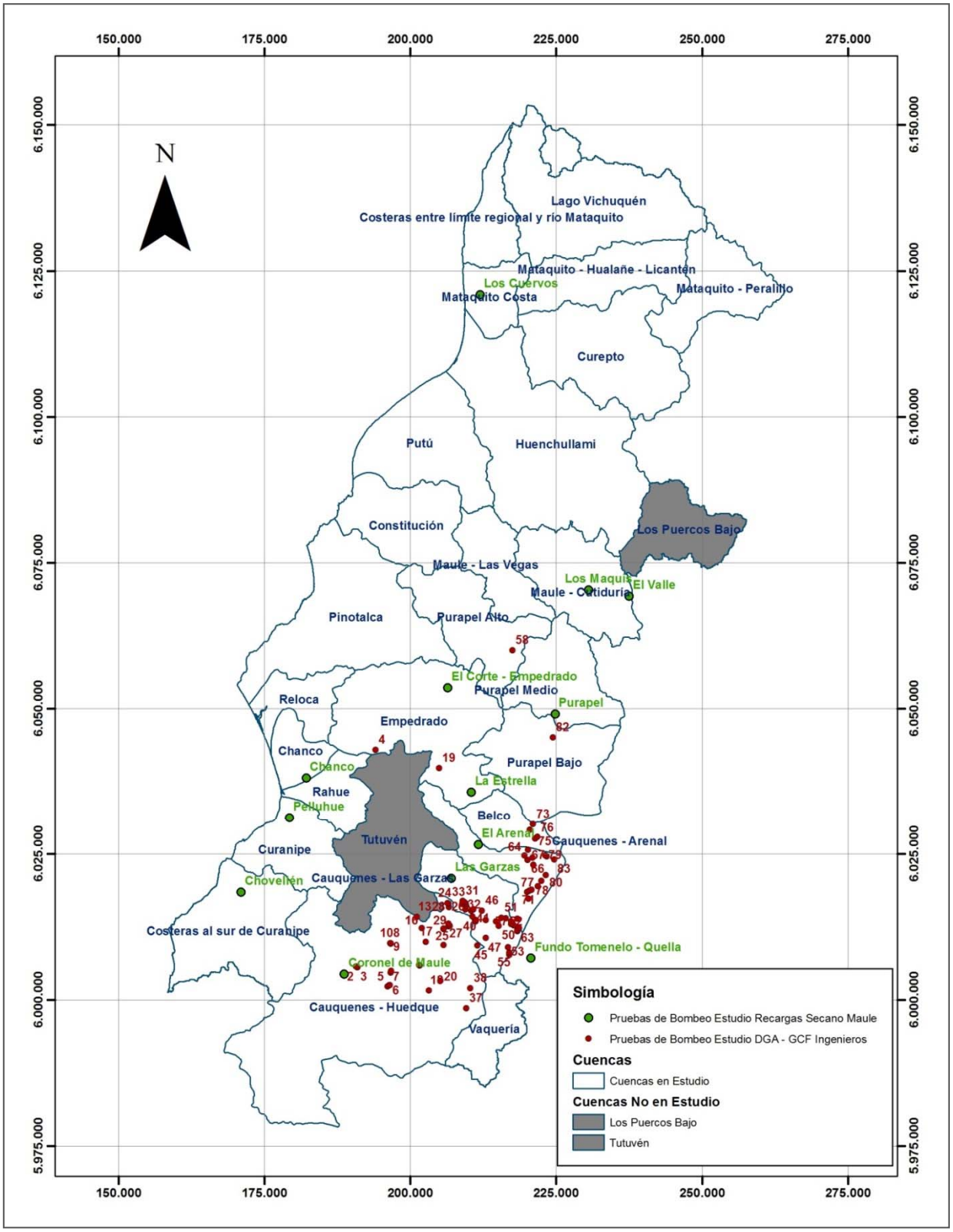
Tabla 5.4.2-5
Resumen Información Relevante Pruebas de Bombeo 2013

Nº Subcuenca	Subcuenca y Sector	Coordenadas UTM		Tipo Captación	Entubada (Si – No)	Diámetro	Profundidad	Nivel Estático	Caudal (*)	Coeficiente de Permeabilidad
		E (m)	N (m)			(m)	(m)	(m)	(l/s)	(m/s)
3	Mataquito Costa - Los Cuervos	759.442	6.121.800	Noria	Si	1,00	4,55	0,65	8,0	$6{,}8 \cdot 10^{-4}$
11	Maule Curtiduría - Los Maquis	230.561	6.070.340	Pozo	Si	0,20	44,20	2,30	0,7	$1{,}3 \cdot 10^{-5}$
11	Maule Curtiduría - El Valle	237.469	6.069.277	Noria	Si	1,00	10,00	2,73	8,0	$1{,}0 \cdot 10^{-3}$
14	Purapel Medio - Purapel	767.906	6.049.325	Pozo	Si	0,15	40,00	2,47	0,8	$8{,}0 \cdot 10^{-5}$
16	Empedrado – Estero Carrizo	749.846	6.054.941	Noria	Si	0,80	15,00	3,48	0,3	$1{,}1 \cdot 10^{-5}$
18	Chanco - Chanco	724.689	6.040.992	Pozo	Si	0,20	35,00	12,02	1,9	$4{,}4 \cdot 10^{-5}$
20	Belco - Fdo. La Estrella	752.760	6.036.799	Pozo	Si	0,20	23,00	9,06	7,3	$2{,}6 \cdot 10^{-4}$
21	Cauquenes Arenal – El Arenal	753.410	6.027.716	Noria	Si	0,80	3,90	1,36	-	$8{,}0 \cdot 10^{-6}$
22	Cauquenes Las Garzas – Las Garzas	748.413	6.022.220	Noria	Si	1,10	5,00	1,58	-	$8{,}0 \cdot 10^{-6}$
23	Cauquenes Huedque – Fdo. Tomenelo	781.169	6.007.768	Pozo	Si	0,20	40,00	6,98	20,0	$2{,}6 \cdot 10^{-4}$
23	Cauquenes Huedque – C. de Maule	729.127	6.006.983	Puntera	Si	0,02	9,00	0,69	1,4	$1{,}0 \cdot 10^{-4}$
24	Curanipe - Pelluhue	721.432	6.034.299	Pozo	Si	0,13	22,00	15,41	0,7	$1{,}4 \cdot 10^{-4}$
25	Sur de Curanipe - Chovellén	712.362	6.022.074	Noria	Si	6,0 x 5,0	4,00	0,25	2,9	$5{,}0 \cdot 10^{-5}$

(*): En los casos en que se realiza prueba de recuperación, el caudal de agotamiento es variable, y el período de bombeo es relativamente corto, por lo que no se afora.
Coordenadas en Datum WGS84 y Huso 18 S.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5.4.2-2 se presenta la ubicación de los puntos donde se realizaron las pruebas de bombeo, tanto del presente estudio como del estudio DGA – GCF Ing., las que han permitido una adecuada caracterización de los parámetros hidrogeológicos de los acuíferos.

Figura 5.4.2-2
Ubicación de las Pruebas de Bombeo Consideradas



Datum WGS84, Huso 18 S. - Fuente: Elaboración propia.

A partir de la información e interpretación geológica y de los antecedentes de las captaciones existentes en el área de estudio, a continuación se detallan las principales características hidrogeológicas de cada una de las cuencas consideradas.

5.4.2.2 Características Hidrogeológicas de las Subcuencas

- **Subcuenca Nº1: Costeras entre Límite Regional y río Mataquito**

Este sector presenta esteros de poco desarrollo que descargan directamente al mar, siendo el estero Pichibudi el mayor de ellos, el cual descarga al mar cerca de la localidad de Duao.

La unidad geológica principal que se observa en este sector corresponde a Intrusivos de la Cordillera de la Costa (Mg), y los escasos rellenos que se observan presentan un bajo interés hidrogeológico.

Solo en los sectores bajos de esta subcuenca se observan captaciones subterráneas, como en el sector cercano a la localidad de Iloca se observan algunas captaciones, del tipo puntera, que se utilizan para abastecer de agua potable a dicha localidad.

En los sectores más altos solo se observan algunas captaciones tipo noria que se abastecen de acuíferos formados por los rellenos de escaso desarrollo labrados por los esteros del sector y por la roca fracturada de la unidad geológica mencionada.

- **Subcuenca Nº2: Vichuquén**

Los rellenos sedimentarios labrados por los esteros Los Sauces, Bureo y Patacón, en la parte alta de la cuenca, poseen escaso desarrollo. Gracias a los episodios de lluvias, que se presentan de manera inestable y poco frecuente, dichos esteros han conseguido generar arrastre hasta las partes bajas, donde el cauce del estero Boquil, receptor de las aguas de esos afluentes desaparece en el llamado Pajonal del Guindo y laguna Tilicura.

Los rellenos que se han generado en las partes bajas presentan contenidos abundantes de finos, lo que los hace poco atractivos hidrogeológicamente, no obstante que abarcan una superficie de algunos kilómetros cuadrados.

Los esteros Vichuquén y Los Maquis tienen un desarrollo mucho menor que los anteriores, no presentando en su recorrido depósitos de interés hidrogeológico cerca de sus cauces.

- **Subcuenca Nº3: Mataquito Costa**

En la subcuenca costera del río Mataquito, debe señalarse que gracias a su amplitud, perfectamente podrían extraerse caudales importantes a todo su largo, de varias centenas de l/s mediante punteras principalmente, recursos que podrían ir a servir el desarrollo de áreas como las ubicadas hacia el Sur hasta el río Huenchullamí.

No obstante, lo anterior se ve dificultado debido a que en este tramo, se hace sentir la influencia de las mareas que penetran al interior y que pueden producir niveles de salinidad altos en pozos y norias. Debido a ello, la factibilidad de explotar el acuífero del sector disminuye al aumentar la probabilidad de explotar aguas subterráneas intruidas por el mar.

- **Subcuenca Nº4: Mataquito – Hualañé – Licantén**

Esta subcuenca se extiende por unos 25 Km a lo largo del río Mataquito entre Hualañé y la confluencia del río con el estero Curepto.

La subcuenca de Mataquito en este sector presenta un ancho promedio de entre 1 y 2 Km. Las posibilidades de captación de aguas subterráneas en este sector son promisorias, como se observa de la gran cantidad y calidad de captaciones que allí se han construido y explotado.

El nivel freático en esta subcuenca se ubica en forma superficial, encontrándose a no más de 12 m aguas subterráneas en todas las captaciones subterráneas que presentan información.

El resumen de los antecedentes entregados en el catastro para este sector se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 5.4.2-6
Resumen Antecedentes Catastro

TIPO DE CAPTACIÓN	Nº	USO			Q PRUEBA DE BOMBEO [l/s]	PROFUNDIDAD HABILITADA [m]
		R	P	I		
Sondajes	25	3	14	8	0,9-88	12-40
Norias	7	2	5	-	3,0-6,0	1,5-8,0

Fuente: Elaboración propia

Los coeficientes de permeabilidad, transmisibilidad y gasto específico constituyen las principales propiedades físicas utilizadas para la caracterización del acuífero. Esta información permite definir aquellos sectores que potencialmente resultarían ser los más adecuados para ubicar captaciones. Además, con estos antecedentes es posible decidir el tipo de captación más adecuado (pozos, norias, drenes y

punteras). En la siguiente tabla se entregan los valores de los parámetros antes mencionados para el sector estudiado.

Tabla 5.4.2-7
Parámetros Hidrogeológicos en el Sector

ID	Q [l/s]	NE [m]	ND [m]	T [m^2/día]	K [m/día]	GE [l/s/m]
SHÑ-5	30,0	4,6	6,30	580	29,38	17,6
SHÑ-6	-	5,3	-	489	69,98	-
SHÑ-11	25,0	4,7	7,00	291	12,10	10,9
SHÑ-24	3,0	5,0	-	639	52,70	-

Fuente: Elaboración propia

Los datos disponibles corresponden a puntos ubicados en las cercanías del río Mataquito y en las quebradas laterales. Los mayores valores de transmisibilidad coinciden con el relleno fluvial reciente del río. Se debe tener en cuenta que estos pozos llegan a lo más a 40 m de profundidad, por lo que la transmisibilidad asociada a todo el espesor del relleno debería resultar mayor.

- **Subcuenca Nº5: Mataquito - Peralillo**

Esta subcuenca abarca el tramo del río Mataquito entre La Huerta y Peralillo en cerca de 10 Km.

Se caracteriza por encontrarse en un tramo del río con escasos y muy poco desarrollados esteros afluentes, aunque cerca de su llegada al río principal se abren y escurren por planicies de cierta extensión (estero Peralillo por el Norte y esteros Tonlemo y Limávida por el Sur). Esas planicies están rellenas, probablemente, con materiales fluviales y con materiales arrastrados por esos mismos esteros.

Las captaciones subterráneas que se encuentran en este sector son de tipo sondaje para ser utilizadas en agua potable.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los antecedentes entregados en el catastro, para la subcuenca Mataquito - Peralillo.

Tabla 5.4.2-8
Resumen Antecedentes Catastro

TIPO DE CAPTACIÓN	Nº	USO	Q PRUEBA DE BOMBEO [l/s]	PROFUNDIDAD HABILITADA [m]
		P		
Sondajes	5	5	0,6-36	21-125

Fuente: Elaboración propia

En el sector de Mataquito – Peralillo, los valores de transmisibilidad y permeabilidad resultan ser altos debido a que el punto de muestreo coincide con el relleno fluvial reciente del río, como se muestra a continuación.

Tabla 5.4.2-9
Parámetros Hidrogeológicos en el Sector

ID	Q [l/s]	NE [m]	ND [m]	T [m^2/día]	K [m/día]	GE [l/s/m]
SPE-5	30,0	2,5	10,20	855	34,56	3,90

Fuente: Elaboración propia

- **Subcuenca Nº6: Curepto**

El estero Curepto, que recibe ese nombre aguas abajo de la ciudad de Curepto, tiene su principal fuente de aportes de agua superficial en el estero Rapilermo, que pasa a llamarse Lién una vez que recibe los aportes del estero Domulgo desde el Norte.

La hidrogeología de toda esta cuenca de tamaño importante (más de 400 Km^2 de superficie) es bastante pobre. En efecto, a lo largo de todos los cauces de los esteros que la conforman se presentan escasos rellenos de poca potencia y ancho, salvo en el tramo inferior de unos 8 Km, donde el cauce puede alcanzar hasta 1 Km de ancho. En ese sector, sin embargo, la producción de los pozos alcanza apenas cerca de 5 l/s, lo que es indicativo de la pobreza hidrogeológica.

Aguas abajo de la localidad de Curepto ha podido apreciarse la influencia del río Mataquito que, con ocasión de crecidas de importancia no sólo ha inundado el valle de Curepto, sino que además ha permitido la depositación de arenas que han mejorado las condiciones hidrogeológicas del sector. En efecto, es posible encontrar en esta parte, un subsuelo con intercalaciones de arenas de río y arcillas aluvionales.

En la siguiente tabla se resumen los antecedentes entregados en el Catastro de captaciones para el sector de Curepto.

Tabla 5.4.2-10
Resumen Antecedentes Catastro

TIPO DE CAPTACIÓN	Nº	USO			Q PRUEBA DE BOMBEO [l/s]
		R	P	S/I	
Sondajes	6	-	5	1	0,12-4,5
Norias	6	3	3	-	0,3-4,0

Fuente: Elaboración propia

Como es posible apreciar de los resultados anteriores, el agua subterránea en la zona es principalmente utilizada en consumo potable. El caudal máximo extraído desde los sondajes es de 4,5 l/s y en el caso de las norias, 4 l/s.

En la tabla siguiente, se entregan los coeficientes de permeabilidad y transmisibilidad determinados en algunos de los puntos analizados en el catastro a partir de las pruebas de bombeo.

Tabla 5.4.2-11
Parámetros Hidrogeológicos en el Sector

ID.	T [m^2/día]	K [m/día]
SCU-2	0,48	0,01
SCU-4	1,82	0,04
SCU-5	6,32	0,40
SCU-6	1,97	0,05

Fuente: Elaboración propia

De los datos anteriores, es posible observar que los valores de transmisibilidades medidas en este sector son bastante bajos, menores a 10 m^2/día. Por otra parte, las permeabilidades encontradas varían entre 0,01 m/día y 0,4 m/día, por lo tanto son consideradas bajas.

- **Subcuenca Nº7: Huenchullamí**

El río Huenchullamí está formado de la confluencia de los esteros La Vaquería y Coipué, abarcando su cuenca una extensión considerable, del orden de los 750 Km^2.

Su configuración morfológica es semejante a la del resto de las cuencas de la cordillera de la Costa, con un valle que sigue un trazado de dirección prácticamente Suroriente-Norponiente y con escasos rellenos sedimentarios cuaternarios, producto de procesos aluvionales.

Solamente en puntos específicos se observan rellenos de algún interés hidrogeológico, como por ejemplo en el sector denominado Macal, y aguas abajo, en torno al área en que recibe al estero Pudú. Respecto al sector costero propiamente tal, captaciones del tipo punteras podrían producir caudales de importancia, por tratarse de una amplia llanura, influida por depositaciones eólicas y marinas.

El agua subterránea se utiliza para la bebida de los lugareños y, cuando es posible, en riego. El nivel de explotación es bastante reducido, dada la escasa extensión de rellenos sedimentarios y la utilización de las aguas superficiales como primera prioridad, mientras esta se manifiesta.

Las captaciones tipo noria, generalmente, han sido construidas de manera artesanal y se utilizan principalmente para uso doméstico, es decir, para riego y consumo de predios pequeños. También se utilizan para abastecer los sistemas de agua de escuelas. Un sistema de punteras abastece de agua potable a la localidad de Batuco. Por otra parte, no se tienen antecedentes suficientes de profundidades y caudales de explotación en el sector.

El resumen de los antecedentes del Catastro, para el sector de Huenchullamí, se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 5.4.2-12
Resumen Antecedentes Catastro

TIPO DE CAPTACIÓN	Nº	USO		
		R	P	R-P
Sondajes	2	2	-	-
Norias	7	3	1	3
Punteras	1	-	1	-

Fuente: Elaboración propia

- **Subcuenca Nº8: Putú**

La subcuenca identificada como Putú incluye a los esteros Putú, Junquillar o Cañete y Quivolgo como los más importantes.

Las aguas subterráneas son muy poco explotadas en este sector, ya que el riego de los predios existentes a lo largo de unos 15 Km por la costa se realiza gracias a una red de canales que aprovecha las aguas de los 3 cauces más importantes. El uso del agua en esta zona ha sido muy eficiente, tanto que existe un trasvase desde el estero Junquillar al Quivolgo, para regar áreas al Sur de este último, hasta cerca del río Maule.

Las aguas subterráneas, en este sector costero que no supera los 12 msnm, no han sido utilizadas ante el temor de una intrusión salina. Por la presencia cercana del mar, los niveles de la napa son muy superficiales.

- **Subcuenca Nº9: Constitución**

Los recursos de aguas subterráneas de este sector, provienen exclusivamente de los depósitos fluviales del tipo arenas media y fina que han sido depositados a lo largo de estos 25 Km, ya que lateralmente la Cordillera de la Costa aparece perfectamente desarrollada, sin existir siquiera cauces de alguna importancia que desagüen al río.

Dichas arenas, hidrogeológicamente interesantes, cobijan cantidades de agua que en ciertos sectores resultan atractivas aprovechando las enormes depositaciones que, con ocasión de grandes crecidas, se han establecido a lo largo del río.

Sin embargo, la explotación de estas aguas queda limitada al tramo desde 12 a 15 Km de la desembocadura hacia aguas arriba, ya que debido a la baja pendiente longitudinal del río, el efecto de las mareas en ocasiones supera esa distancia, con lo que las napas subterráneas desde el sector Piedra de Lobo hacia aguas abajo corren riesgo cierto de intruirse con agua salada casi naturalmente. Si se agrega a ello el efecto del bombeo mismo desde eventuales captaciones subterráneas, el riesgo de mayor penetración de la cuña salina aumenta considerablemente.

Lo anterior significa que las captaciones subterráneas recomendables debieran ser poco profundas, debieran localizarse desde el sector de depositaciones de arenas de El Mellico hacia aguas arriba, y, si se trata de pozos, debieran quedar protegidas con machones de entre 2 y 3 m. sobre el terreno para evitar su colapso por inundaciones desde el río con ocasión de grandes crecidas.

Es así como parte importante del abastecimiento de agua potable de Constitución proviene de pozos construidos de Piedra de Lobos hacia arriba, habiéndose incluso intentado construir otras captaciones cerca del mismo lecho en torno a El Mellico, en los últimos años.

Sectores interesantes para ubicar captaciones son el mencionado El Mellico donde el río hace una curva pronunciada y las velocidades del flujo son mucho menores sobre la ribera Sur donde se ubican los mayores depósitos, La Bodega, Huingán y frente a cerro Quebrada Honda en el extremo oriental del tramo, donde se cumplen las mismas condiciones señaladas para El Mellico en cuanto a protección.

- **Subcuenca Nº10: Maule Las Vegas**

La subcuenca denominada Maule Las Vegas corresponde a un tramo intermedio entre la zona baja (subcuenca Constitución) y la zona media (subcuenca Maule Curtiduría) del río Maule al poniente de la Ruta 5.

Esta subcuenca está incluida dentro de la Cordillera de la Costa, a diferencia de la que se ubica inmediatamente aguas arriba, que compromete el Valle Central aunque con importante presencia de cerros correspondientes a la prolongación de la Cordillera hacia el Oriente (Curtiduría); el límite entre ambas es el punto donde confluyen los ríos Claro y Maule.

En este sector, el río se encuentra encauzado en un estrecho valle de la cordillera costera donde en los sectores aledaños no existen cauces de importancia que confluyen al río ni tampoco abundan suelos potencialmente interesantes desde el punto de vista agrícola.

Lo anterior, permiten afirmar, que desde el punto de vista hidrogeológico, en el sector bajo abundan las arenas y los acuíferos alcanzan profundidades limitadas, del orden de 40 m como máximo.

En este sector, pozos profundos y, todavía, sistemas de punteras serían recomendables para extraer entre 20 y 30 l/s por captación.

- **Subcuenca Nº11: Maule Curtiduría**

La subcuenca denominada Maule Curtiduría corresponde al tramo aledaño a la Ruta 5 Sur, hasta aproximadamente 20 km hacia aguas abajo. Compromete el Valle Central aunque con importante presencia de cerros correspondientes a la prolongación de la Cordillera de la Costa hacia el Oriente (Curtiduría).

En este sector, el valle del río Maule se presenta amplio, con cauces de importancia como el estero los Puercos y los ríos Claro y Loncomilla que confluyen a él, lo que da lugar a que terrenos potencialmente agrícolas abunden en el entorno.

Desde el punto de vista hidrogeológico, en este sector los materiales componentes del subsuelo corresponden a gravas en una matriz arenosa gruesa con espesores variables que en algunas partes podrían llegar a los 60 a 100 m, sobretodo en la confluencia de los ríos mayores.

En cuanto a posibilidades de extracción de aguas subterráneas, tipo de captación y caudales esperados, se estima que en la zona pozos profundos podrían llevar a caudales entre 40 y 60 l/s o más, según el lugar donde se ubiquen.

- **Subcuenca Nº12: Pinotalca**

El río Pinotalca nace en la Puntilla Provoste y se extiende en una dirección Este-Oeste drenando un área superior a 200 Km^2, y recibiendo el aporte de numerosas quebradas.

A todo lo largo de su recorrido, este río se encuentra definiendo una quebrada profunda con escasos rellenos cuaternarios y por tanto con un nulo interés hidrogeológico, salvo en el último kilómetro antes de su desembocadura en el mar. Es así como sólo desde La Flora hacia aguas abajo es posible encontrar algunos limitados recursos subterráneos que permitirían explotar caudales de no más de 5 a 8 l/s desde pozos de menos de 20 m de profundidad para evitar la intrusión salina; en ese sector los rellenos son de arenas mayoritariamente producto de depósitos marinos.

Hacia el Norte de la desembocadura, sobre la playa de Pacoro y hacia el Sur hasta San Eustaquio, es posible instalar mallas de punteras para producir caudales no superiores a 10 l/s desde cada sistema.

Debido a la escasez de recursos hídricos en este sector, solo se tienen antecedentes de dos captaciones subterráneas, un pozo y una noria. El pozo tiene una profundidad habilitada de 40,0 m, mientras que la noria tiene una profundidad de 5,0 m. Los caudales estimados de extracción son de 2,0 l/s y 1,0 l/s, respectivamente. El nivel estático, medido en el pozo, alcanza a los 5,7 m.

- **Subcuenca Nº13: Purapel Alto**

La cuenca del río Purapel se extiende por la Cordillera de la Costa alcanzando casi al río Maule por el Norte y prolongándose hacia el Sureste por casi 50 Km.

En toda la zona alta de la cuenca, incluidos los esteros Nirivilo, Los Rastrojos, La Pitigna y los Niches, los pequeños valles que han logrado formarse presentan escasos rellenos sedimentarios aluvionales y por tanto escaso o nulo interés hidrogeológico.

No obstante lo señalado, antecedentes del estudio DGA Cauquenes indican que en este sector el coeficiente de permeabilidad es mayor al observado en gran parte del sector Purapel Medio, con valores en el rango 5 a 25 (m/dia).

- **Subcuenca Nº14: Purapel Medio**

A partir de este sector, incluidos los esteros El Sauzal y Lo Miranda, el potencial hidrogeológico debiera mejorar, ya que allí los valles se presentan más anchos y los rellenos cobijan mayor cantidad de recursos. Sin embargo, según la información del estudio DGA Cauquenes, en este sector es donde las permeabilidades son las más bajas (<10 m/día), comparadas con los sectores alto y bajo del río Purapel.

Captaciones del tipo pozos profundos cerca de los cauces o mallas de punteras en los mismos cauces serían lo recomendable aquí, no obstante que los caudales esperados de ellas no serían superiores a los 15 l/s en forma individual.

- **Subcuenca Nº15: Purapel Bajo**

Este sector resulta atractivo desde el punto de vista hidrogeológico, pues el valle es más ancho, y se han determinado valores del coeficiente de permeabilidad de entre 20 y 50 m/día. Además, hay aspectos geológicos de dicha área que explican este carácter favorable a la infiltración de aguas superficiales. En particular, el río Purapel es el único curso importante que drena enteramente hacia el este en la Cordillera de la Costa. Esto se debe a la marcada erosión diferencial que presentan

las rocas en este sector, un proceso ya destacado por González-Bonorino en su trabajo sobre Series Metamórficas de 1970. El batolito Carbonífero que intruyó al interior del margen activo paleozoico fue sometido, después de su destechamiento a fines del Cretácico, a una intensa meteorización durante gran parte del Cenozoico, a menudo bajo condiciones de clima tropical que provocaron un profundo amaicillamiento. Su caja occidental, en cambio, al estar constituida por rocas sedimentarias cornificadas, resistió mejor a los agentes erosivos.

El sitio seleccionado se ubica donde el Purapel escurre ya al este de la gran aureola de metamorfismo, semejante al de contacto, y pasa a cortar el techo amaicillado del batolito. La condición semi-árida del sector se explica por la fácil infiltración de la lluvia en el maicillo antes mencionado y por la posición más elevada de sus lomas con respecto a los sedimentos cuaternarios de la Depresión Central.

Asociado al cauce actual, pero también a paleocauces de ubicación aun ignorada, se ha observado la deposición sobre el regolito de maicillo de niveles de gravas y de limos, estos últimos representativos de depósitos de llanuras de inundación. Estos sedimentos debieran ser identificados, ya que corresponden a las posibles zonas de riego más fértiles hacia las cuales bombear el agua recargada.

- **Subcuenca Nº16: Empedrado**

La cuenca así denominada se ubica en medio de la Cordillera de La Costa, estando conformada por el estero Empedrado y el estero Carrizo y su continuación el río Rari, hasta que ambos desembocan en el río Reloca.

Como es de esperar, se caracteriza por contener cauces estrechos labrados en la roca, que han logrado evacuar las aguas lluvias hasta cauces mayores, sin haber generado arrastre ni depositación de sólidos en su fondo. Es por ello que dentro de esta zona, sólo el estero Carrizo presenta algún interés desde el punto de vista hidrogeológico.

En efecto, este estero, en un trecho cercano a 10 Km, muestra un ancho de casi 1 Km, con una pendiente longitudinal de 0,3% y rellenos cuaternarios de origen aluvial de potencia apreciable. Lo anterior permitiría posiblemente alumbrar caudales del orden de 5 l/s desde pozos de bombeo, aunque el respaldo hidrológico de esa cuenca es reducido porque su superficie de drenaje es pequeña.

El principal uso que se le da a las captaciones subterráneas en el sector del Empedrado es para consumo de agua potable y algunos escasos riegos. En la información recopilada se observa que el nivel estático medido en las captaciones varía entre los 0,5 m y los 28 m.

A continuación se resumen los antecedentes de captaciones subterráneas para la subcuenca Empedrado.

Tabla 5.4.2-14
Resumen Antecedentes Catastro

TIPO DE CAPTACIÓN	Nº	USO				Q PRUEBA DE BOMBEO [l/s]	PROFUNDIDAD HABILITADA [m]
		R	P	S/U	S/I		
Sondajes	5	2	2	-	1	0,6 – 7,0 (*)	5,0 – 53,0
Norias	7	1	5	1	-	1,0 (*)	2,5 – 30,0

(*) Caudal estimado.
Fuente: Elaboración propia

- **Subcuenca Nº17: Reloca**

El río Reloca drena una superficie cercana a los 500 Km^2, recibiendo a lo largo de su serpenteante recorrido al río Rari, su principal afluente, y a otros varios esteros hasta el sector de Rahuil cerca de su desembocadura.

Casi la totalidad de los cauces de esta cuenca se ubican en estrechas quebradas cuyos rellenos son de nulo interés hidrogeológico, a excepción del estero Carrizo cerca de la localidad de Empedrado.

En efecto, en un trecho cercano a 10 Km, ese valle muestra un ancho de casi 1 Km, con una pendiente longitudinal de 0,3% y rellenos cuaternarios de origen aluvional de potencia apreciable, aunque el respaldo hidrológico de esa cuenca es reducido porque su superficie drenante es pequeña.

Otro sector interesante desde el punto de vista hidrogeológico se ubica en la zona inferior del río, aguas abajo de la localidad de Reloca, donde el valle se ensancha en sus últimos 8 a 10 Km. Ese sector se encuentra fuertemente influido por la presencia del mar y sus depositaciones, por lo que se debiese tomar medidas para evitar la intrusión salina para su explotación.

En el sector de Reloca, se tiene información de la existencia de dos sondajes utilizados para el consumo de dos escuelas de la municipalidad de Chanco. No obstante, dichos antecedentes no permiten realizar un análisis, ya que no se tiene información acerca de los parámetros considerados.

- **Subcuenca Nº18: Chanco**

Esta subcuenca incluye el área drenada por el estero Chanco y, además, la drenada por el estero Puchamán, ubicado al Norte de Chanco.

Las partes altas de los afluentes al estero Chanco, se ubican en estrechas quebradas cuyos rellenos son de nulo interés hidrogeológico, en torno a las cuales predomina el desarrollo forestal.

En la zona baja se observan sectores que podrían considerarse hidrológicamente interesantes. Es en esta zona donde los cauces acceden a llanuras litorales adyacentes a la desembocadura de los cauces principales, y se observan sedimentos cuaternarios eólicos y parcialmente aluviales, en los que predominan areniscas de grado medio y aparecen ocasionalmente gravas y gravillas de origen aluvial.

- **Subcuenca Nº19: Rahue**

Para la subcuenca de Rahue, se tiene información de tres captaciones subterráneas tipo noria, utilizadas para consumo potable y riego de cultivos. La única noria con mediciones de los parámetros considerados, presenta un bajo rendimiento entregando un caudal de 0,2 l/s con una profundidad de 27 m.

Las partes altas de los afluentes al río Rahue y al estero Chanco, se ubican en estrechas quebradas cuyos rellenos son de nulo interés hidrogeológico, en torno a las cuales predomina el desarrollo forestal.

En la zona baja, donde los cauces acceden a las llanuras litorales adyacentes a la desembocadura de los cauces principales, predominan sedimentos cuaternarios eólicos y parcialmente aluviales, en los que se observan areniscas de grado medio, apareciendo ocasionalmente gravas y gravillas de origen aluvial. Los espesores reconocidos por la geofísica y algunos pozos, indicarían espesores entre 25 y 40 m como máximo de rellenos que podrían considerarse hidrogeológicamente interesantes.

- **Subcuenca Nº20: Belco**

El relleno en el sector del estero Belco está compuesto principalmente de limos, arcillas y arenas, lo que provoca que su permeabilidad sea muy baja. De acuerdo a ello, el interés hidrogeológico del relleno de este sector es muy bajo, o nulo. Sin embargo, no se tienen mediciones de permeabilidad para los sondajes catastrados en el estudio CNR – AC Ingenieros.

Las captaciones existentes en el sector se pueden dividir en dos grupos, las que presentan niveles estáticos bastante superficiales (entre 0,5 y 6 m) y aquellas que presentan niveles estáticos más profundos (entre 12 y 18 m). Lo anterior se debe a que las captaciones que poseen un N.E. más superficial son aquellas que se encuentran muy cercanas al lecho del estero Belco, mientras que las otras se encuentran más alejadas de los cauces superficiales.

A continuación se resumen los antecedentes de captaciones subterráneas para la subcuenca del estero Belco.

Tabla 5.4.2-15
Resumen Antecedentes Catastro

TIPO DE CAPTACIÓN	Nº	USO			Q PRUEBA DE BOMBEO [l/s]	PROFUNDIDAD HABILITADA [m]
		R	R - P	S/U		
Sondajes	11	7	1	3	3,0-86,0	30,0-96,5
Norias	2	-	1	1	1,0 (*)	15,0-17,0

(*) Caudal estimado.
Fuente: Elaboración propia

El estudio DGA – GCF Ingenieros presenta valores de permeabilidades para la cuenca del estero Belco que varían entre $2{,}4\times10^{-5}$ a $3{,}9\times10^{-4}$ m/s. El coeficiente de permeabilidad promedio para esta cuenca, de entre los valores presentados en el estudio DGA – GCF Ingenieros, alcanza a $1{,}7\times10^{-4}$ m/s.

- **Subcuenca Nº21: Cauquenes - Arenal**

El estero El Arenal ocupa una cuenca que en su parte media y alta es muy parecida a la de otros esteros y quebradas de la Cordillera de la Costa de la Región. En efecto, el cauce que corre desde el Norponiente es profundo y estrecho y en su entorno predominan los desarrollos forestales. Sólo en su parte inferior aparece más amplio, influido por la depositación de sedimentos que se ha generado allí por el efecto del arrastre desde el río Cauquenes.

En el perfil del sector del estero Arenal, cerca de El Boldo, Santa Clara y el Boldillo, se puede apreciar un levantamiento del lecho rocoso, aproximadamente en el centro del perfil, el que posteriormente adquiere mayor profundidad, llegando hasta los 80 m aproximadamente. Los rellenos ubicados cerca del lecho del cauce podrían ser de importancia desde el punto de vista hidrogeológico, ya que estarían compuestos por material más permeable, principalmente gravas, arenas y limos. Sin embargo, la ausencia de datos de pruebas de bombeo no permite cuantificar directamente los coeficientes de permeabilidad de la zona de estudio para los puntos considerados en el catastro.

A continuación se resumen los antecedentes de captaciones subterráneas para el sector Arenal, perteneciente a la cuenca del río Cauquenes.

Tabla 5.4.2-16
Resumen Antecedentes Catastro

TIPO DE CAPTACIÓN	Nº	USO				Q PRUEBA DE BOMBEO [l/s]	PROFUNDIDAD HABILITADA [m]
		P	R	R-P	S/U		
Sondajes	23	2	12	5	4	1,0-50,0	15-25
Norias	10	7	-	-	3	1,0(*)	-

(*) Caudal estimado.
Fuente: Elaboración propia

El nivel freático se encontró entre 1,3 y 15 m de profundidad. Los pozos con el nivel más superficial corresponden a los que se encuentran cerca del lecho del estero.

Para este sector, en el estudio DGA – GCF Ingenieros se presenta un rango de permeabilidades que varía desde $1{,}0\times10^{-5}$ a $5{,}6\times10^{-4}$ m/s. El coeficiente de permeabilidad promedio alcanza a $1{,}8\times10^{-4}$ m/s.

- **Subcuenca Nº22: Cauquenes – Las Garzas**

La información de captaciones subterráneas presente en el catastro del estudio CNR – AC Ingenieros indica que, para este sector, las captaciones se utilizan principalmente en riego. Un uso secundario de los recursos subterráneos es el consumo potable. El nivel freático se encontró entre los 1,7 y 21,0 m de profundidad.

A continuación se resumen los antecedentes de captaciones subterráneas para el sector Las Garzas, perteneciente a la cuenca del río Cauquenes.

Tabla 5.4.2-17
Resumen Antecedentes Catastro

TIPO DE CAPTACIÓN	Nº	USO					Q PRUEBA DE BOMBEO [l/s]	PROFUNDIDAD HABILITADA [m]
		R	P	R-P	S/U	S/I		
Sondajes	30	13	5	6	5	1	1,0-48,0	7,0-36,0
Norias	10	1	9	-	-	-	1,0-2,0 (*)	19,0-80,0

(*) Caudal estimado.
Fuente: Elaboración propia

De la información contenida en el estudio DGA – GCF Ingenieros se observa que el coeficiente de permeabilidad promedio de este sector alcanza a $2{,}3\times10^{-4}$ m/s. El rango de permeabilidades para este sector que se presenta en el estudio mencionado varía de $6{,}1\times10^{-6}$ a $3{,}4\times10^{-3}$ m/s.

- **Subcuenca Nº23: Cauquenes - Huedque**

En la subcuenca Cauquenes – Huedque existe un mayor desarrollo de las aguas subterráneas, sin embargo los rendimientos alcanzados son bastante deficientes con caudales inferiores a los 12 l/s. Además, a partir de los datos entregados en el catastro del estudio CNR – AC Ingenieros, es posible apreciar que sondajes de 72 m de profundidad entregan un caudal de bombeo de sólo 0,7 l/s.

La información de captaciones subterráneas en este sector se muestra en la siguiente tabla resumen.

Tabla 5.4.2-18
Resumen Antecedentes Catastro

TIPO DE CAPTACIÓN	Nº	USO					Q PRUEBA DE BOMBEO [l/s]	PROFUNDIDAD HABILITADA [m]
		R	P	R-P	S/U	S/I		
Norias	95	12	66	3	10	4	1,0 – 7,0 (*)	1-19
Sondajes	46	14	21	1	8	2	1,0 – 60,0	18-72
Punteras	3	-	2	-	1	-	1,0 (*)	6-9
Zanjas	2	-	-	-	2	-	-	6-10
Vertientes	1	-	1	-	-	-	-	1,5

(*) Caudal estimado. Fuente: Elaboración propia

Los antecedentes proporcionados por las pruebas de bombeo permiten estimar los valores de los parámetros hidrogeológicos que se entregan a continuación. Debido a que no se cuenta con antecedentes suficientes respecto a los niveles estáticos y dinámicos durante la prueba de bombeo no fue posible determinar el gasto específico.

Tabla 5.4.2-19
Parámetros Hidrogeológicos en el Sector

ID	Q [l/s]	NE [m]	ND [m]	T [m^2/día]	K [m/día]
SHD-5	2,5	-	22,0	13	0,62
SHD-6	3,0	-	18,5	20	1,04
SHD-16	3,0	-	5,9	84	5,27
SHD-18	1,5	-	6,2	65	3,11
SHD-19	1,5	-	14,6	13	0,62
SHD-20	1,3	-	5,7	73	3,46
SHD-33	3,3	-	-	15	0,46
SHD-39	3,0	-	-	71	5,10
SHD-40	6,0	7,2	-	33	1,30

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de los datos presentados en el Cuadro anterior, las propiedades físicas del relleno no permiten obtener buenos rendimientos desde captaciones de tipo pozo profundo, ya que las transmisibilidades determinadas no superan los 100 m^2/día. Además, las permeabilidades estimadas para este sector son en general inferiores a 5 m/día.

La información contenida en el estudio DGA – GCF Ingenieros, señala que para este sector los coeficientes de permeabilidad determinados varían entre $1{,}3\times10^{-6}$ a $1{,}7\times10^{-3}$ m/s. El coeficiente de permeabilidad promedio alcanza, para este sector, a $1{,}5\times10^{-4}$ m/s.

- **Subcuenca Nº24: Curanipe**

Esta subcuenca comprende los sectores costeros alrededor de las localidades de Pelluhue y Curanipe.

Los acuíferos del sector son de mediana importancia, desde el punto de vista hidrogeológico. Los rellenos presentes en el sector se han formado principalmente como resultado de la depositación de sedimentos de origen marino, eólico y, sólo parcialmente, aluviales.

Las áreas que presentan rellenos más interesantes hidrogeológicamente, son las que se ubican en torno a los pequeños ríos El Manzano y El Molino, en su parte baja cercana a Pelluhue.

Para este sector se cuenta con información de pozos para uso potable y algunas norias para riego. Al menos un pozo ha alcanzado los 40 m, con un nivel estático muy superficial y un caudal estimado de extracción de 3 l/s.

- **Subcuenca Nº25: Costeras al Sur de Curanipe**

Este sector comprende las cuencas costeras del extremo Sur de la Región. Desde el punto de vista hidrogeológico, en este sector existen acuíferos de mediana importancia, que se han formado principalmente como resultado de la depositación de sedimentos de origen marino, eólico y, sólo parcialmente, aluviales.

El área con mayor presencia de rellenos sedimentarios es la que se ubica en torno al río Chovellén, el cual se desarrolla en un cajón muy estrecho y profundo. En estudios anteriores se ha caracterizado los rellenos de esta cuenca, llegando a determinarse que es posible extraer de allí caudales del orden de sólo 2 l/s de pozos, lo que señala la precariedad de esas formaciones acuíferas. No obstante, esos pequeños caudales han servido para mantener el riego de frutillas, que es uno de los principales atractivos de la zona.

- **Subcuenca Nº26: Vaquería**

El estero Vaquería es una pequeña cuenca que está en el borde Sur de la VII Región y que drena directamente al río Perquilauquén.

Sus características hidrogeológicas están determinadas por el río Perquilauquén que, viniendo desde el Este, justamente a la altura del área que ocupa esta pequeña cuenca, tuerce hacia el Norte. Según esto, los rellenos sedimentarios de esta cuenca han sido casi íntegramente depositados por el río mayor.

La información de captaciones subterráneas en este sector se muestra en la siguiente tabla resumen.

Tabla 5.4.2-20
Resumen Antecedentes Catastro

TIPO DE CAPTACIÓN	Nº	USO			Q PRUEBA DE BOMBEO [l/s]	PROFUNDIDAD HABILITADA [m]
		R	P	S/U		
Sondajes	20	7	5	8	1,0 – 70,0	7,0 – 120,0
Norias	14	-	13	1	1,0 (*)	5,5 – 18,0

(*) Caudal estimado.
Fuente: Elaboración propia

El nivel estático medido en las captaciones presentes en este sector varía entre los 0,5 m y los 11,5 m.

5.5 Uso Actual y Derechos de Aguas

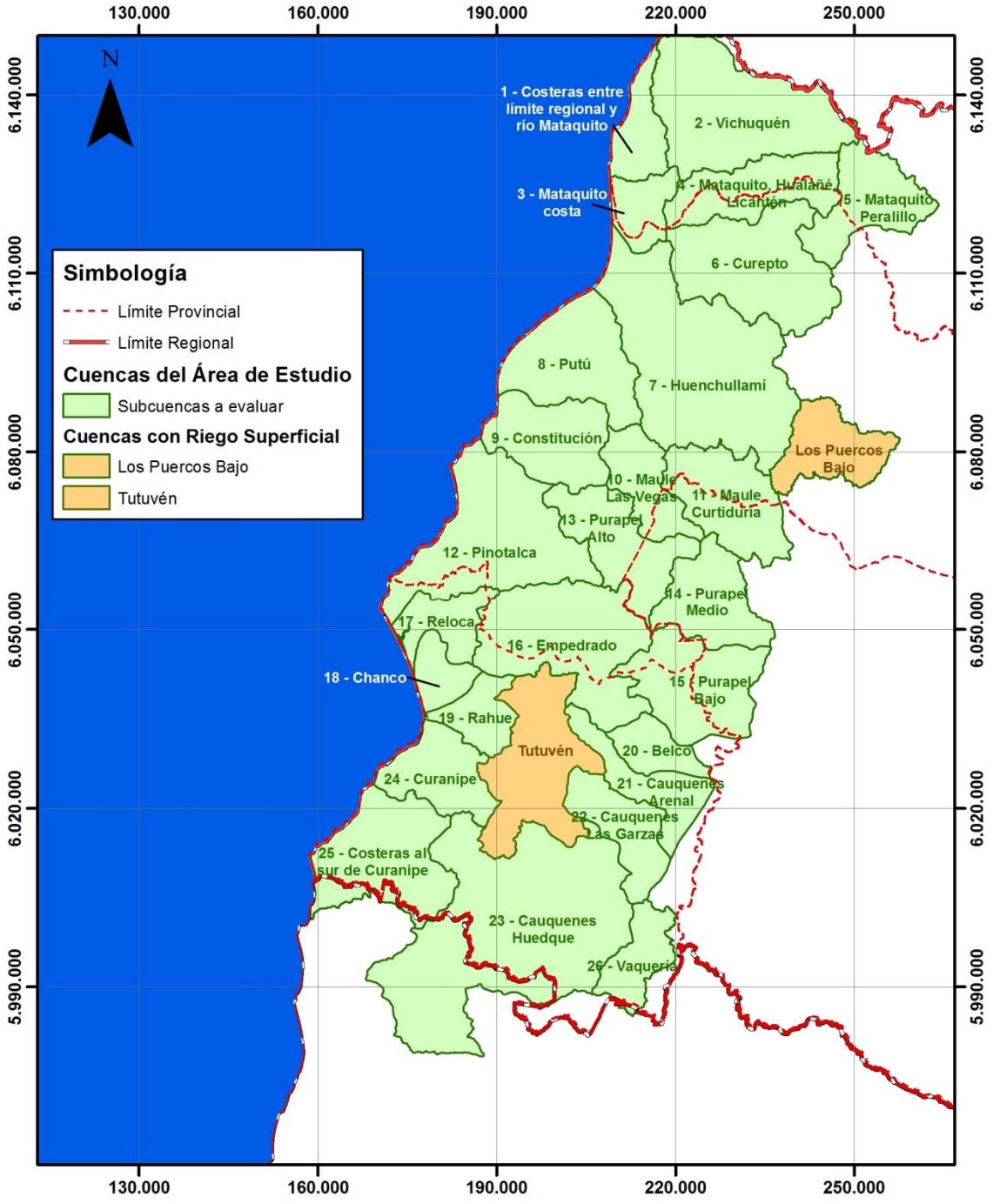
A continuación se presenta un análisis de la información recopilada respecto a los derechos de aguas en la zona de estudio, tanto para las aguas superficiales como subterráneas.

5.5.1 Aguas Superficiales

El área de estudio, que corresponde a las cuencas del secano Maule, abarca parcialmente las provincias de Curicó, Talca y Linares y totalmente la provincia de Cauquenes. En la Figura 5.5.1-1 adjunta se puede observar los límites regionales, provinciales y de las 26 subcuencas del área de estudio.

La información histórica oficial entregada por la DGA de las solicitudes de derechos de aguas superficiales (aprobadas, denegadas y en trámite) en las provincias señaladas, y dentro de las subcuencas que conforman el área de estudio, desde 1987 a Julio de 2013, es la que se presenta resumida en la Tabla 5.5.1-1 siguiente y que se entrega completa en el Anexo 11.

Figura 5.5.1-1
Área de Estudio, Límite Regional, de Provincias y de Subcuencas



Coordenadas en Datum WGS 84, huso 19 S.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.5.1-1
Resumen Solicitudes Derechos de Aguas Superficiales en Área de Estudio

Provincia	Estado de la Solicitud					
	A	D	D-RR	DES	P	Nº Total Solicitudes
Curicó	25	4	0	0	19	48
Talca	94	27	2	12	40	175
Linares	13	13	0	0	6	32
Cauquenes	59	45	0	2	59	165
TOTALES	191	89	2	14	124	420

A: Aprobada D: Denegada D-RR: Denegada, con Rec. de Reconsideración
DES: Desistida P: Pendiente
Fuente: Elaboración propia a partir de registros oficiales DGA.

La información detallada respecto al ejercicio de los 191 derechos constituidos, así como los caudales correspondientes, se puede revisar en las Tablas del Anexo 11. A modo de resumen se presenta en la Tabla 5.5.1-2, la información respecto a los tipos de ejercicio de dichos derechos.

Tabla 5.5.1-2
Resumen Tipo de Ejercicio de los Derechos Constituidos en Área de Estudio

Provincia	Ejercicio del Derecho				Total
	P-C	P-D	P-A	E-C	
Curicó	23	0	1	1	25
Talca	90	4	0	0	94
Linares	9	3	0	1	13
Cauquenes	52	5	1	1	59
TOTALES	174	12	2	3	191

P-C: Permanente y Continuo. P-D: Permanente y Discontinuo.
P-A: Permanente y Alternado. E-C: Eventual y Continuo.
Fuente: Elaboración propia a partir de registros oficiales DGA.

Tal como se señaló en el capítulo anterior, más adelante se evaluará la disponibilidad hidrológica de recursos superficiales sobre las subcuencas específicas que aportarían a futuros proyectos de recarga artificial, para comparar dichos caudales con los derechos constituidos y poder conocer la disponibilidad legal de recursos hídricos superficiales, y así disponer de más antecedentes para evaluar la factibilidad técnica de los proyectos de recarga que serán propuestos.

Finalmente, respecto a los usos de las aguas superficiales, se puede señalar del análisis de la información disponible que el principal uso es agrícola, con casi el 100% de los volúmenes disponibles.

5.5.2 Aguas Subterráneas

La información histórica oficial DGA de las solicitudes de derechos de aguas subterráneas (aprobadas, denegadas y en trámite) en el área de estudio, 1990 a Julio de 2013, es la que se presenta resumida en la Tabla 5.5.2-1 siguiente y que se entrega completa en el Anexo 12.

Tabla 5.5.2-1
Resumen Solicitudes Derechos de Aguas Subterráneas en Área de Estudio

Provincia	Estado de la Solicitud					
	A	D	D-RR	DES	P	Nº Total Solicitudes
Curicó	72	18	0	1	15	106
Talca	83	59	0	1	42	185
Linares	15	8	0	0	30	53
Cauquenes	136	88	3	5	123	355
TOTALES	306	173	3	7	210	699

A: Aprobada D: Denegada D-RR: Denegada, con Rec. de Reconsideración
DES: Desistida P: Pendiente
Fuente: Elaboración propia a partir de registros oficiales DGA.

La información detallada respecto al ejercicio de los 306 derechos constituidos, así como los caudales correspondientes, se puede revisar en las Tablas del Anexo 12. A modo de resumen se presenta en la Tabla 5.5.2-2, la información respecto a los tipos de ejercicio de dichos derechos.

Tabla 5.5.2-2
Resumen Tipo de Ejercicio de los Derechos Constituidos en Área de Estudio

Provincia	Ejercicio del Derecho			Caudales (l/s)		Factor de Constitución	Q unit. promedio
	P-C	P-D	Totales	Q Total Solicitado	Q Total Constituido	(%)	(l/s/capt)
Curicó	72	0	72	434,6	323,9	74,3	4,5
Talca	83	0	83	193,7	177,5	91,6	2,1
Linares	15	0	15	29,5	17,7	60,0	1,2
Cauquenes	135	1	136	2.297,1	2.225,8	96,9	16,4
TOTALES	305	1	306	2.954,9	2.744,9	92,9	9,0

P-C: Permanente y Continuo. P-D: Permanente y Discontinuo.
Fuente: Elaboración propia a partir de registros oficiales DGA.

Respecto a la información de la tabla anterior, se puede señalar que los derechos constituidos en el área de estudio, son prácticamente en un 100%, de ejercicio permanente y continuo. Además, en cuanto a caudales constituidos, la provincia de Cauquenes es la que tiene los mayores caudales, pues tiene una importante superficie de riego, a diferencia de las otras provincias, que dentro del área de estudio tienen gran parte de Cordillera de la Costa y áreas de secano.

Se agregó, a modo de información de referencia, un indicador de los caudales medios unitarios por captación subterránea, observándose que las captaciones de la provincia de Cauquenes presentan un rendimiento muy superior a los observados en las captaciones de las otras provincias.

Finalmente, respecto al uso a que se destinan las aguas subterráneas en el área de estudio, la información disponible permite afirmar que el uso principal es agrícola, con una cifra mayor al 80% en términos de volúmenes extraídos para dicho uso. El resto se destina a abastecimiento potable y actividades industriales.

5.6 Estudio Agronómico

Para la caracterización agronómica del área de estudio, se utilizará la misma sectorización por cuencas y subcuencas que se definió previamente en este trabajo y los antecedentes recopilados de Clima, Agroclima y Suelos, la que se ha complementado para cubrir toda el área de interés.

5.6.1 Clima y Agroclima

A continuación se indica el significado e interpretación de las variables agroclimáticas utilizadas para la caracterización agroclimática.

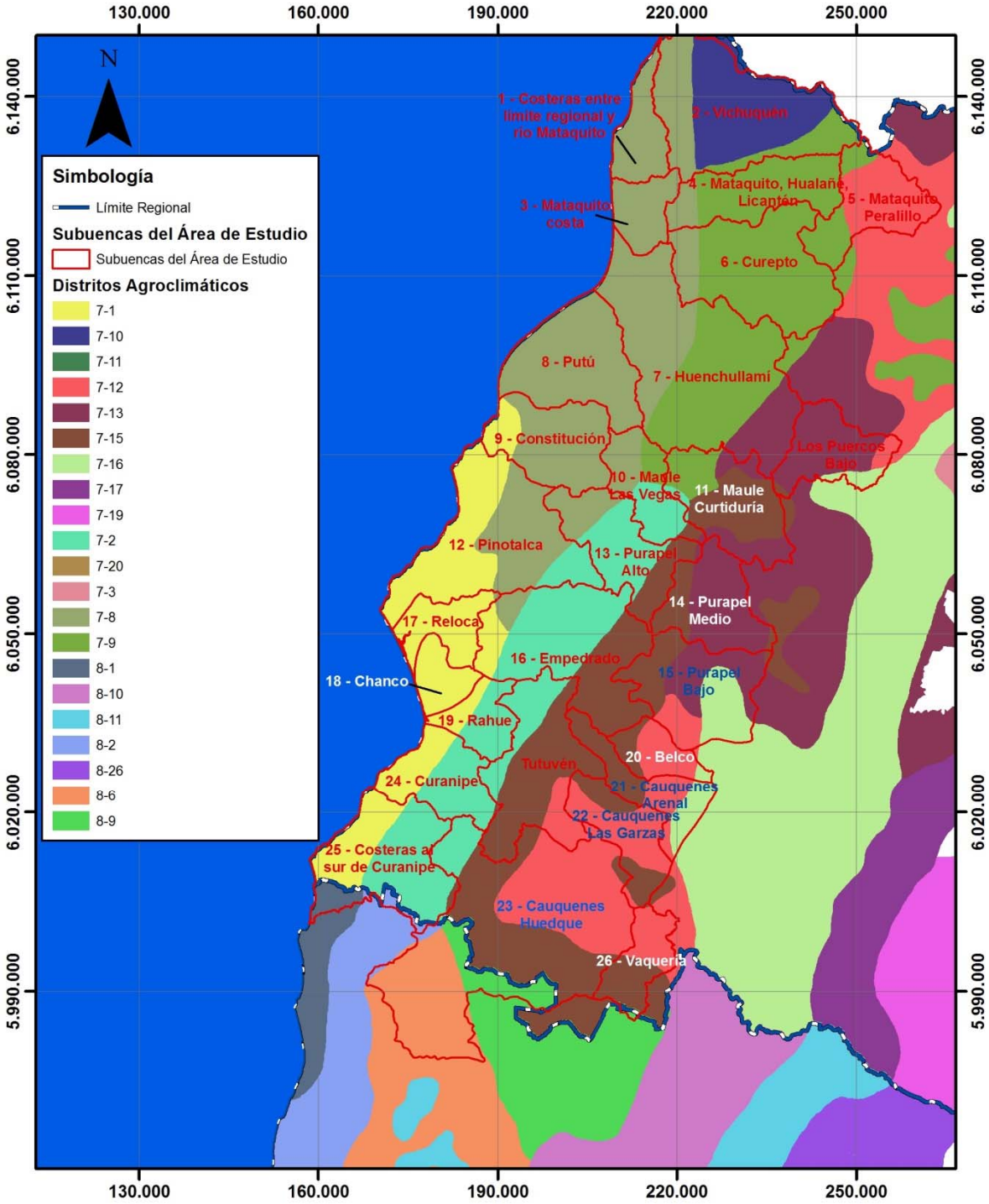
- Temperaturas Extremas: Temperaturas extremas máximas y mínimas mensuales de los meses del año.
- Temperatura Media: Corresponde a la media producida en cada mes del año.
- Suma Térmica: Suma anual de temperaturas. Días-grado. Corresponde a la acumulación de temperaturas efectivas para el crecimiento (Tm-Tu), es decir, es la temperatura media (Tm) menos una temperatura umbral (Tu), siendo 10ºC, el valor más ampliamente usado como umbral térmico. Constituye un índice de disponibilidad de calor para el normal desarrollo y maduración de las especies vegetales. La mayor precocidad se obtendrá en los lugares con la mayor suma térmica.
- Horas de Frío: Horas anuales en que la temperatura del aire permanece por debajo de 7ºC, umbral de sensibilidad para especies que presentan un período de dormancia invernal como parte de su ciclo anual.
- Radiacion Solar de los Meses Extremos: Radiación solar diaria promedio mensual en cal/cm^2/día.
- Humedad Relativa: Humedad relativa media mensual de todos los meses (%).
- Precipitaciones: Precipitación total, mensual y anual, expresada en mm.
- Evapotranspiración Potencial: Se entiende por evapotranspiración potencial a la pérdida de agua por evaporación y transpiración, desde un cultivo plenamente desarrollado, en proceso activo de crecimiento y sin déficit de agua en el suelo. Esta variable entrega una idea sobre los aportes a través del riego necesarios como complemento a la almacenada por la precipitación. En general en el país,

enero corresponde al mes con mayor valor de evapotranspiración y julio al mes con menor valor. Se entregan los valores en mm.

- Déficit Hídrico: Sumatoria anual de las diferencias positivas entre la evapotranspiración potencial mensual y la precipitación. Da una idea de los requerimientos máximos de riego.
- Excedente Hídrico: Diferencias negativas acumuladas entre la evapotranspiración potencial mensual y la precipitación. Corresponde a la suma de los excedentes mensuales acumulados en la estación lluviosa del año.
- Índices de Humedad: Es el cuociente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial. Convencionalmente se considera un mes seco cuando el agua de las precipitaciones no alcanza a cubrir el 50% de la ETP (IH < 0.5). Por el contrario, se considera un mes húmedo cuando la precipitación es mayor que la ETP (IH > 1.0). El índice hídrico anual (IHIA) es el cuociente entre la precipitación total anual y la evapotranspiración acumulada en el año.
- Período Libre de Heladas: Número promedio de días consecutivos sin heladas en el año. Se extiende desde la fecha de la última helada del año hasta la primera helada del año siguiente. Se entiende por Helada al descenso de la temperatura mínima por debajo de un umbral en que el daño a las plantas es de carácter irreversible. El valor del umbral es muy variable, por lo cual se emplea 0ºC, que corresponde al punto crioscópico del agua pura.
- Número de Heladas: Es el número promedio de días al año en que la temperatura mínima es igual o menor que 0ºC. Valores inferiores a 1 indican que no todos los años hiela (0.5= hiela cada dos años; 0.1= hiela cada 10 años, etc.)

En la Figura 5.6.1-1 se presenta la distribución espacial de los Distritos Agroclimáticos que cubren el área de estudio.

Figura 5.6.1-1
Distritos Agroclimáticos Región del Maule



Coordenadas en Datum WGS 84, huso 19 S.
Fuente: Elaboración propia.

En los puntos siguientes se presenta la caracterización agroclimática de las 26 subcuencas consideradas.

5.6.1.1 Subcuenca Nº1: Costeras entre Límite Regional y Río Mataquito

La cuenca Costeras entre Límite Regional y Río Mataquito está conformada por un solo distrito agroclimático denominado 7-08 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en litoral y vertiente occidental de serranías costeras. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,0ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 1 helada por año. Registra anualmente 1.329 días-grado y 576 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 708 mm, un déficit hídrico de 766 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-08 recibe la influencia marina que modera las temperaturas estivales e invernales. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-1.

Tabla 5.6.1-1
Características Climáticas del Distrito 7-08

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,0	23,4	21,6	19,1	16,7	14,9	14,3	14,5	16,1	18,5	21,1	23,2	19,0
T. Min	ºC	10,8	10,5	9,7	8,5	7,4	6,6	6,3	6,6	7,0	8,2	9,4	10,4	8,5
T. Med	ºC	16,6	16,2	14,9	13,2	11,5	10,3	9,8	10,1	11,0	12,7	14,6	16,1	13,1
Suma T.	D.G.	203	189	150	104	69	49	42	45	60	92	140	186	1.329
Hrs. Frío	Horas	0	0	4	19	58	115	146	120	79	29	6	0	576
R. Solar	Ly/día	568	540	462	356	250	172	144	172	250	356	462	540	356
H. Relat.	%	76	77	79	82	84	86	87	86	84	81	78	77	81
Precipit.	mm	8,7	10,3	14,9	37,2	133,2	160,2	132,2	111,2	46,1	27	16	11	703
Evap. Pot.	mm	159,0	149,6	124,0	89,0	54,0	28,4	19,0	28,4	54,0	89,0	124,0	149,6	1068,0
Def. Hidr.	mm	-150,1	-139,1	-108,9	-51,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-8,0	-61,9	-107,8	-138,4	-766,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0	131,5	112,9	82,6	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,07	0,12	0,42	2,46	5,64	6,95	3,91	0,85	0,30	0,13	0,07	0,66
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	2,2	2,9	2,3	1,4	0,4	0,0	0,0	10,5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.2 Subcuenca Nº2: Vichuquén

En la cuenca Lago Vichuquén se distinguen tres distritos agoclimáticos. El de mayor superficie es el distrito 7-09 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías y valles costeros de interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 27,6ºC y una mínima en Julio de 5,5ºC. el período libre de heladas es de 301 días, con un promedio de 3 heladas por año. Registra anualmente 1.685 días-grado y 660 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 709 mm, un déficit hídrico de 863 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-09 posee una influencia oceánica moderada, presentando una mayor incidencia de heladas en las zonas bajas más bajas. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-2.

Tabla 5.6.1-2
Características Climáticas del Distrito 7-09

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	27,6	26,7	24,2	20,8	17,5	15,0	14,1	14,6	16,8	20,2	23,8	26,6	20,7
T. Min	ºC	11,8	11,4	10,2	8,6	7,1	5,9	5,5	5,9	6,7	8,3	10,0	11,3	8,6
T. Med	ºC	18,8	18,2	16,4	14,1	11,7	10,0	9,4	9,8	11,2	13,6	16,1	18,1	13,9
Suma T.	D.G.	272	253	199	128	76	48	40	44	67	115	193	250	1.685
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	14	62	132	205	140	83	21	2	0	660
R. Solar	Ly/día	584	555	477	371	264	187	158	187	265	371	478	555	371
H. Relat.	%	67	68	72	76	81	84	85	83	80	75	71	68	76
Precipit.	mm	8,3	9,9	14,2	36,7	134,2	161,2	133,2	112,2	46,1	27	15	11	709
Evap. Pot.	mm	174,0	163,9	136,2	98,5	60,7	33,1	23,0	33,1	60,8	98,5	136,3	163,9	1182,0
Def. Hidr.	mm	-165,5	-153,8	-121,9	-61,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,7	-71,4	-121,1	-152,7	-863,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	73,4	128,2	110,3	79,1	0,0	0,0	0,0	0,0	391,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,10	0,37	2,21	4,86	5,78	3,38	0,76	0,27	0,11	0,07	0,06
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	1,1	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	3,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4	3,8	5,3	3,9	2,0	0,3	0,0	0,0	17,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Hacia la costa se ubica el distrito 7-08 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en litoral y vertiente occidental de serranías costeras. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,0ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 1 helada por año. Registra anualmente 1.329 días-grado y 576 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 708 mm, un déficit hídrico de 766 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-08 recibe la influencia marina que modera las temperaturas estivales e invernales. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-3.

Tabla 5.6.1-3
Características Climáticas del Distrito 7-08

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,0	23,4	21,6	19,1	16,7	14,9	14,3	14,5	16,1	18,5	21,1	23,2	19,0
T. Min	ºC	10,8	10,5	9,7	8,5	7,4	6,6	6,3	6,6	7,0	8,2	9,4	10,4	8,5
T. Med	ºC	16,6	16,2	14,9	13,2	11,5	10,3	9,8	10,1	11,0	12,7	14,6	16,1	13,1
Suma T.	D.G.	203	189	150	104	69	49	42	45	60	92	140	186	1.329
Hrs. Frío	Horas	0	0	4	19	58	115	146	120	79	29	6	0	576
R. Solar	Ly/día	568	540	462	356	250	172	144	172	250	356	462	540	356
H. Relat.	%	76	77	79	82	84	86	87	86	84	81	78	77	81
Precipit.	mm	8,7	10,3	14,9	37,2	133,2	160,2	132,2	111,2	46,1	27	16	11	703
Evap. Pot.	mm	159,0	149,6	124,0	89,0	54,0	28,4	19,0	28,4	54,0	89,0	124,0	149,6	1068,0
Def. Hidr.	mm	-150,1	-139,1	-108,9	-51,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-8,0	-61,9	-107,8	-138,4	-766,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0	131,5	112,9	82,6	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,07	0,12	0,42	2,46	5,64	6,95	3,91	0,85	0,30	0,13	0,07	0,66
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	2,2	2,9	2,3	1,4	0,4	0,0	0,0	10,5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Finalmente, una parte corresponde al distrito 7-10, que posee un efecto oceánico que manifiesta una moderación en el régimen térmico, lo mismo que en una atenuación del déficit hídrico. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-4.

Tabla 5.6.1-4
Características Climáticas del Distrito 7-10

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	26,0	25,2	23,2	20,3	17,5	15,5	14,7	15,0	16,9	19,7	22,7	25,1	20,2
T. Min	ºC	11,1	10,7	9,6	8,2	6,7	5,7	5,3	5,7	6,4	7,8	9,4	10,6	8,1
T. Med	ºC	17,7	17,2	15,7	13,6	11,6	10,1	9,6	9,9	11,1	13,1	15,3	17,1	13,5
Suma T.	D.G.	233	217	173	114	73	50	43	46	65	103	162	214	1.492
Hrs. Frío	Horas	0	0	3	23	79	161	224	170	105	33	5	0	804
R. Solar	Ly/día	573	544	466	359	253	175	146	175	253	360	466	544	360
H. Relat.	%	74	75	77	81	84	86	87	86	83	80	77	75	80
Precipit.	mm	8	9,6	13,7	35,6	131	158	130	110	44	26	15	10	691
Evap. Pot.	mm	157,0	147,8	122,7	88,5	54,2	29,2	20,0	29,2	54,3	88,5	122,8	147,8	1062,0
Def. Hidr.	mm	-148,7	-137,9	-108,8	-52,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-10,2	-62,4	-107,5	-137,6	-766,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	76,5	128,4	109,6	80,5	0,0	0,0	0,0	0,0	395,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,11	0,40	2,41	5,42	6,50	3,77	0,81	0,29	0,12	0,07	0,65
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	1,4	0,9	0,4	0,1	0,0	0,0	4,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,3	2,0	4,5	6,0	4,6	2,7	0,6	0,0	0,0	20,8

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.3 Subcuenca Nº3: Mataquito Costa

El sector de Mataquito Costa está conformado por un solo distrito agroclimático denominado 7-08 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en litoral y vertiente occidental de serranías costeras. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,0ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 1 helada por año. Registra anualmente 1.329 días-grado y 576 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 708 mm, un déficit hídrico de 766 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-08 recibe la influencia marina que modera las temperaturas estivales e invernales. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-5.

Tabla 5.6.1-5
Características Climáticas del Distrito 7-08

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,0	23,4	21,6	19,1	16,7	14,9	14,3	14,5	16,1	18,5	21,1	23,2	19,0
T. Min	ºC	10,8	10,5	9,7	8,5	7,4	6,6	6,3	6,6	7,0	8,2	9,4	10,4	8,5
T. Med	ºC	16,6	16,2	14,9	13,2	11,5	10,3	9,8	10,1	11,0	12,7	14,6	16,1	13,1
Suma T.	D.G.	203	189	150	104	69	49	42	45	60	92	140	186	1.329
Hrs. Frío	Horas	0	0	4	19	58	115	146	120	79	29	6	0	576
R. Solar	Ly/día	568	540	462	356	250	172	144	172	250	356	462	540	356
H. Relat.	%	76	77	79	82	84	86	87	86	84	81	78	77	81
Precipit.	mm	8,7	10,3	14,9	37,2	133,2	160,2	132,2	111,2	46,1	27	16	11	703
Evap. Pot.	mm	159,0	149,6	124,0	89,0	54,0	28,4	19,0	28,4	54,0	89,0	124,0	149,6	1068,0
Def. Hidr.	mm	-150,1	-139,1	-108,9	-51,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-8,0	-61,9	-107,8	-138,4	-766,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0	131,5	112,9	82,6	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,07	0,12	0,42	2,46	5,64	6,95	3,91	0,85	0,30	0,13	0,07	0,66
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	2,2	2,9	2,3	1,4	0,4	0,0	0,0	10,5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.4 Subcuenca Nº4: Mataquito – Hualañé – Licantén

En la cuenca de Mataquito – Hualañé – Licantén se distinguen tres distritos agoclimáticos. El de mayor superficie es el distrito 7-09 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías y valles costeros de interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 27,6ºC y una mínima en Julio de 5,5ºC. el período libre de heladas es de 301 días, con un promedio de 3 heladas por año. Registra anualmente 1.685 días-grado y 660 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 709 mm, un déficit hídrico de 863 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-09 posee una influencia oceánica moderada, presentando una mayor incidencia de heladas en las zonas bajas más bajas. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-6.

Tabla 5.6.1-6
Características Climáticas del Distrito 7-09

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	27,6	26,7	24,2	20,8	17,5	15,0	14,1	14,6	16,8	20,2	23,8	26,6	20,7
T. Min	ºC	11,8	11,4	10,2	8,6	7,1	5,9	5,5	5,9	6,7	8,3	10,0	11,3	8,6
T. Med	ºC	18,8	18,2	16,4	14,1	11,7	10,0	9,4	9,8	11,2	13,6	16,1	18,1	13,9
Suma T.	D.G.	272	253	199	128	76	48	40	44	67	115	193	250	1.685
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	14	62	132	205	140	83	21	2	0	660
R. Solar	Ly/día	584	555	477	371	264	187	158	187	265	371	478	555	371
H. Relat.	%	67	68	72	76	81	84	85	83	80	75	71	68	76
Precipit.	mm	8,3	9,9	14,2	36,7	134,2	161,2	133,2	112,2	46,1	27	15	11	709
Evap. Pot.	mm	174,0	163,9	136,2	98,5	60,7	33,1	23,0	33,1	60,8	98,5	136,3	163,9	1182,0
Def. Hidr.	mm	-165,5	-153,8	-121,9	-61,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,7	-71,4	-121,1	-152,7	-863,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	73,4	128,2	110,3	79,1	0,0	0,0	0,0	0,0	391,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,10	0,37	2,21	4,86	5,78	3,38	0,76	0,27	0,11	0,07	0,06
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	1,1	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	3,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4	3,8	5,3	3,9	2,0	0,3	0,0	0,0	17,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Hacia la costa se ubica el distrito 7-08 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en litoral y vertiente occidental de serranías costeras. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,0ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 1 helada por año. Registra anualmente 1.329 días-grado y 576 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 708 mm, un déficit hídrico de 766 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-08 recibe la influencia marina que modera las temperaturas estivales e invernales. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-7.

Tabla 5.6.1-7
Características Climáticas del Distrito 7-08

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,0	23,4	21,6	19,1	16,7	14,9	14,3	14,5	16,1	18,5	21,1	23,2	19,0
T. Min	ºC	10,8	10,5	9,7	8,5	7,4	6,6	6,3	6,6	7,0	8,2	9,4	10,4	8,5
T. Med	ºC	16,6	16,2	14,9	13,2	11,5	10,3	9,8	10,1	11,0	12,7	14,6	16,1	13,1
Suma T.	D.G.	203	189	150	104	69	49	42	45	60	92	140	186	1.329
Hrs. Frío	Horas	0	0	4	19	58	115	146	120	79	29	6	0	576
R. Solar	Ly/día	568	540	462	356	250	172	144	172	250	356	462	540	356
H. Relat.	%	76	77	79	82	84	86	87	86	84	81	78	77	81
Precipit.	mm	8,7	10,3	14,9	37,2	133,2	160,2	132,2	111,2	46,1	27	16	11	703
Evap. Pot.	mm	159,0	149,6	124,0	89,0	54,0	28,4	19,0	28,4	54,0	89,0	124,0	149,6	1068,0
Def. Hidr.	mm	-150,1	-139,1	-108,9	-51,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-8,0	-61,9	-107,8	-138,4	-766,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0	131,5	112,9	82,6	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,07	0,12	0,42	2,46	5,64	6,95	3,91	0,85	0,30	0,13	0,07	0,66
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	2,2	2,9	2,3	1,4	0,4	0,0	0,0	10,5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Finalmente, el distrito 7-12 que ocupa una superficie mínima, corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, ubicado en cuencas y valles costeros y secano interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de Enero de 29ºC y una mínima de Julio de 4,9ºC, el período libre de heladas es de 259 días, con un promedio de 6 heladas por año. Registra anualmente 1.762 días-grado y 950 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 696 mm, un déficit hídrico de 931 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-12 posee una baja influencia oceánica, favoreciendo la mayor amplitud térmica que los distritos vecinos, con inviernos relativamente fríos y veranos calurosos. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-8.

Tabla 5.6.1-8
Características Climáticas del Distrito 7-12

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	29,0	28,0	25,1	21,3	17,4	14,6	13,6	14,2	16,8	20,6	24,7	27,8	21,1
T. Min	ºC	12,2	11,7	10,4	8,5	6,7	5,4	4,9	5,4	6,3	8,2	10,1	11,6	8,5
T. Med	ºC	19,7	18,9	17,0	14,3	11,5	9,6	8,8	9,3	11,0	13,8	16,6	18,9	14,1
Suma T.	D.G.	296	274	213	132	73	43	35	40	65	119	203	271	1.762
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	16	80	213	288	224	105	23	1	0	950
R. Solar	Ly/día	597	568	490	382	275	197	168	197	275	383	490	568	383
H. Relat.	%	63	64	68	74	79	83	84	82	78	73	68	64	73
Precipit.	mm	8,9	10,3	15,1	36,8	130,8	155,7	128,8	108,8	45,9	27	16	12	696
Evap. Pot.	mm	185,0	174,3	145,2	105,5	65,7	36,7	26,0	36,7	65,8	105,5	145,3	174,3	1266,0
Def. Hidr.	mm	-176,5	-164,4	-130,5	-68,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-19,8	-78,7	-129,6	-162,7	-931,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	65,3	119,4	103,0	72,4	0,0	0,0	0,0	0,0	360,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,10	0,35	1,99	4,26	4,96	2,97	0,70	0,26	0,11	0,07	0,55
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,4	2,2	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	6,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	2,0	5,5	7,5	5,6	2,7	0,4	0,0	0,0	23,9

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.5 Subcuenca Nº5: Mataquito – Peralillo

La cueca denominada Mataquito – Peralillo está constituida por dos distritos agroclimáticos, el primero es el distrito 7-09 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías y valles costeros de interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 27,6ºC y una mínima en Julio de 5,5ºC. el período libre de heladas es de 301 días, con un promedio de 3 heladas por año. Registra anualmente 1.685 días-grado y 660 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 709 mm, un déficit hídrico de 863 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-09 posee una influencia oceánica moderada, presentando una mayor incidencia de heladas en las zonas bajas más bajas. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-9.

Tabla 5.6.1-9
Características Climáticas del Distrito 7-09

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	27,6	26,7	24,2	20,8	17,5	15,0	14,1	14,6	16,8	20,2	23,8	26,6	20,7
T. Min	ºC	11,8	11,4	10,2	8,6	7,1	5,9	5,5	5,9	6,7	8,3	10,0	11,3	8,6
T. Med	ºC	18,8	18,2	16,4	14,1	11,7	10,0	9,4	9,8	11,2	13,6	16,1	18,1	13,9
Suma T.	D.G.	272	253	199	128	76	48	40	44	67	115	193	250	1.685
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	14	62	132	205	140	83	21	2	0	660
R. Solar	Ly/día	584	555	477	371	264	187	158	187	265	371	478	555	371
H. Relat.	%	67	68	72	76	81	84	85	83	80	75	71	68	76
Precipit.	mm	8,3	9,9	14,2	36,7	134,2	161,2	133,2	112,2	46,1	27	15	11	709
Evap. Pot.	mm	174,0	163,9	136,2	98,5	60,7	33,1	23,0	33,1	60,8	98,5	136,3	163,9	1182,0
Def. Hidr.	mm	-165,5	-153,8	-121,9	-61,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,7	-71,4	-121,1	-152,7	-863,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	73,4	128,2	110,3	79,1	0,0	0,0	0,0	0,0	391,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,10	0,37	2,21	4,86	5,78	3,38	0,76	0,27	0,11	0,07	0,06
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	1,1	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	3,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4	3,8	5,3	3,9	2,0	0,3	0,0	0,0	17,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Entretanto, el segundo, es el distrito 7-12 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, ubicado en cuencas y valles costeros y secano interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de Enero de 29ºC y una mínima de Julio de 4,9ºC, el período libre de heladas es de 259 días, con un promedio de 6 heladas por año. Registra anualmente 1.762 días-grado y 950 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 696 mm, un déficit hídrico de 931 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-12 posee una baja influencia oceánica, favoreciendo la mayor amplitud térmica que los distritos vecinos, con inviernos relativamente fríos y veranos calurosos. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-10.

Tabla 5.6.1-10
Características Climáticas del Distrito 7-12

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	29,0	28,0	25,1	21,3	17,4	14,6	13,6	14,2	16,8	20,6	24,7	27,8	21,1
T. Min	ºC	12,2	11,7	10,4	8,5	6,7	5,4	4,9	5,4	6,3	8,2	10,1	11,6	8,5
T. Med	ºC	19,7	18,9	17,0	14,3	11,5	9,6	8,8	9,3	11,0	13,8	16,6	18,9	14,1
Suma T.	D.G.	296	274	213	132	73	43	35	40	65	119	203	271	1.762
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	16	80	213	288	224	105	23	1	0	950
R. Solar	Ly/día	597	568	490	382	275	197	168	197	275	383	490	568	383
H. Relat.	%	63	64	68	74	79	83	84	82	78	73	68	64	73
Precipit.	mm	8,9	10,3	15,1	36,8	130,8	155,7	128,8	108,8	45,9	27	16	12	696
Evap. Pot.	mm	185,0	174,3	145,2	105,5	65,7	36,7	26,0	36,7	65,8	105,5	145,3	174,3	1266,0
Def. Hidr.	mm	-176,5	-164,4	-130,5	-68,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-19,8	-78,7	-129,6	-162,7	-931,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	65,3	119,4	103,0	72,4	0,0	0,0	0,0	0,0	360,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,10	0,35	1,99	4,26	4,96	2,97	0,70	0,26	0,11	0,07	0,55
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,4	2,2	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	6,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	2,0	5,5	7,5	5,6	2,7	0,4	0,0	0,0	23,9

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.6 Subcuenca Nº6: Curepto

La cuenca de Curepto abarca a cuatro distritos agroclimáticos, aunque la mayor parte corresponde al denominado 7-09, el que se caracteriza por un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías y valles costeros de interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 27,6ºC y una mínima en Julio de 5,5ºC. el período libre de heladas es de 301 días, con un promedio de 3 heladas por año. Registra anualmente 1.685 días-grado y 660 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 709 mm, un déficit hídrico de 863 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-09 posee una influencia oceánica moderada, presentando una mayor incidencia de heladas en las zonas bajas más bajas. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-11.

Tabla 5.6.1-11
Características Climáticas del Distrito 7-09

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	27,6	26,7	24,2	20,8	17,5	15,0	14,1	14,6	16,8	20,2	23,8	26,6	20,7
T. Min	ºC	11,8	11,4	10,2	8,6	7,1	5,9	5,5	5,9	6,7	8,3	10,0	11,3	8,6
T. Med	ºC	18,8	18,2	16,4	14,1	11,7	10,0	9,4	9,8	11,2	13,6	16,1	18,1	13,9
Suma T.	D.G.	272	253	199	128	76	48	40	44	67	115	193	250	1.685
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	14	62	132	205	140	83	21	2	0	660
R. Solar	Ly/día	584	555	477	371	264	187	158	187	265	371	478	555	371
H. Relat.	%	67	68	72	76	81	84	85	83	80	75	71	68	76
Precipit.	mm	8,3	9,9	14,2	36,7	134,2	161,2	133,2	112,2	46,1	27	15	11	709
Evap. Pot.	mm	174,0	163,9	136,2	98,5	60,7	33,1	23,0	33,1	60,8	98,5	136,3	163,9	1182,0
Def. Hidr.	mm	-165,5	-153,8	-121,9	-61,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,7	-71,4	-121,1	-152,7	-863,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	73,4	128,2	110,3	79,1	0,0	0,0	0,0	0,0	391,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,10	0,37	2,21	4,86	5,78	3,38	0,76	0,27	0,11	0,07	0,06
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	1,1	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	3,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4	3,8	5,3	3,9	2,0	0,3	0,0	0,0	17,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

En el sector poniente de la cuenca, se ubica el distrito 7-08 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en litoral y vertiente occidental de serranías costeras. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,0ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 1 helada por año. Registra anualmente 1.329 días-grado y 576 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 708 mm, un déficit hídrico de 766 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-08 recibe la influencia marina que modera las temperaturas estivales e invernales. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-12.

Tabla 5.6.1-12
Características Climáticas del Distrito 7-08

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,0	23,4	21,6	19,1	16,7	14,9	14,3	14,5	16,1	18,5	21,1	23,2	19,0
T. Min	ºC	10,8	10,5	9,7	8,5	7,4	6,6	6,3	6,6	7,0	8,2	9,4	10,4	8,5
T. Med	ºC	16,6	16,2	14,9	13,2	11,5	10,3	9,8	10,1	11,0	12,7	14,6	16,1	13,1
Suma T.	D.G.	203	189	150	104	69	49	42	45	60	92	140	186	1.329
Hrs. Frío	Horas	0	0	4	19	58	115	146	120	79	29	6	0	576
R. Solar	Ly/día	568	540	462	356	250	172	144	172	250	356	462	540	356
H. Relat.	%	76	77	79	82	84	86	87	86	84	81	78	77	81
Precipit.	mm	8,7	10,3	14,9	37,2	133,2	160,2	132,2	111,2	46,1	27	16	11	703
Evap. Pot.	mm	159,0	149,6	124,0	89,0	54,0	28,4	19,0	28,4	54,0	89,0	124,0	149,6	1068,0
Def. Hidr.	mm	-150,1	-139,1	-108,9	-51,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-8,0	-61,9	-107,8	-138,4	-766,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0	131,5	112,9	82,6	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,07	0,12	0,42	2,46	5,64	6,95	3,91	0,85	0,30	0,13	0,07	0,66
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	2,2	2,9	2,3	1,4	0,4	0,0	0,0	10,5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Finalmente, y en una mínima superficie, figuran los distritos 7-12 y 7-13. El primero corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, ubicado en cuencas y valles costeros y secano interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de Enero de 29ºC y una mínima de Julio de 4,9ºC, el período libre de heladas es de

259 días, con un promedio de 6 heladas por año. Registra anualmente 1.762 días-grado y 950 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 696 mm, un déficit hídrico de 931 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-12 posee una baja influencia oceánica, favoreciendo la mayor amplitud térmica que los distritos vecinos, con inviernos relativamente fríos y veranos calurosos. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-13.

Tabla 5.6.1-13
Características Climáticas del Distrito 7-12

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	29,0	28,0	25,1	21,3	17,4	14,6	13,6	14,2	16,8	20,6	24,7	27,8	21,1
T. Min	ºC	12,2	11,7	10,4	8,5	6,7	5,4	4,9	5,4	6,3	8,2	10,1	11,6	8,5
T. Med	ºC	19,7	18,9	17,0	14,3	11,5	9,6	8,8	9,3	11,0	13,8	16,6	18,9	14,1
Suma T.	D.G.	296	274	213	132	73	43	35	40	65	119	203	271	1.762
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	16	80	213	288	224	105	23	1	0	950
R. Solar	Ly/día	597	568	490	382	275	197	168	197	275	383	490	568	383
H. Relat.	%	63	64	68	74	79	83	84	82	78	73	68	64	73
Precipit.	mm	8,9	10,3	15,1	36,8	130,8	155,7	128,8	108,8	45,9	27	16	12	696
Evap. Pot.	mm	185,0	174,3	145,2	105,5	65,7	36,7	26,0	36,7	65,8	105,5	145,3	174,3	1266,0
Def. Hidr.	mm	-176,5	-164,4	-130,5	-68,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-19,8	-78,7	-129,6	-162,7	-931,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	65,3	119,4	103,0	72,4	0,0	0,0	0,0	0,0	360,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,10	0,35	1,99	4,26	4,96	2,97	0,70	0,26	0,11	0,07	0,55
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,4	2,2	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	6,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	2,0	5,5	7,5	5,6	2,7	0,4	0,0	0,0	23,9

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

El distrito 7-13 corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en el valle central, en cuencas de serranías costeras, en la vertiente oriental y en el secano interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,9ºC y una mínima en Julio de 4,2ºC. El período libre de heladas es de 232 días, con un promedio de 10 helada por año. Registra anualmente 1.658 días-grado y 1.234 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 753 mm, un déficit hídrico de 927 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-13 posee una posición baja y abrigada de la costa, presenta un verano cálido y temperaturas invernales bajas, aumentando la incidencia de heladas con respecto al litoral. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-14.

Tabla 5.6.1-14
Características Climáticas del Distrito 7-13

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,9	27,8	24,9	20,9	17,0	14,1	13,0	13,6	16,3	20,3	24,5	27,7	20,8
T. Min	ºC	11,6	11,1	9,7	7,9	6,0	4,7	4,2	4,7	5,7	7,5	9,5	11,0	7,8
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,6	13,8	11,0	9,0	8,2	8,7	10,5	13,3	16,2	18,5	13,6
Suma T.	D.G.	285	263	206	121	66	38	25	34	58	109	194	260	1.658
Hrs. Frío	Horas	0	0	2	26	116	279	341	290	139	36	4	0	1.234
R. Solar	Ly/día	616	586	505	395	284	204	174	204	285	395	506	586	395
H. Relat.	%	61	63	67	73	79	83	85	83	78	72	67	62	73
Precipit.	mm	9,9	11,4	16,6	40,2	140,6	167,5	139,6	116,6	49,8	29,9	17,9	13	753
Evap. Pot.	mm	188,0	177,0	147,0	106,0	65,0	35,0	24,0	35,0	65,0	106,0	147,0	177,0	1272,0
Def. Hidr.	mm	-178,7	-166,2	-130,8	-65,9	0,0	0,0	0,0	0,0	-15,1	-76,3	-129,5	-164,6	-927,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	75,8	132,7	115,7	81,8	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,11	0,38	2,17	4,80	5,83	3,34	0,77	0,28	0,12	0,07	0,59
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,3	3,4	2,4	1,0	0,1	0,0	0,0	10,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,5	3,6	8,0	10,4	8,3	4,6	0,9	0,0	0,0	36,3

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.7 Subcuenca Nº7: Huenchullamí

En la cuenca de Huenchullamí se destacan tres distritos agroclimáticos, hacia la costa emerge el distrito 7-08 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en litoral y vertiente occidental de serranías costeras. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,0ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 1 helada por año. Registra anualmente 1.329 días-grado y 576 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 708 mm, un déficit hídrico de 766 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-08 recibe la influencia marina que modera las temperaturas estivales e invernales. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-15.

Tabla 5.6.1-15
Características Climáticas del Distrito 7-08

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,0	23,4	21,6	19,1	16,7	14,9	14,3	14,5	16,1	18,5	21,1	23,2	19,0
T. Min	ºC	10,8	10,5	9,7	8,5	7,4	6,6	6,3	6,6	7,0	8,2	9,4	10,4	8,5
T. Med	ºC	16,6	16,2	14,9	13,2	11,5	10,3	9,8	10,1	11,0	12,7	14,6	16,1	13,1
Suma T.	D.G.	203	189	150	104	69	49	42	45	60	92	140	186	1.329
Hrs. Frío	Horas	0	0	4	19	58	115	146	120	79	29	6	0	576
R. Solar	Ly/día	568	540	462	356	250	172	144	172	250	356	462	540	356
H. Relat.	%	76	77	79	82	84	86	87	86	84	81	78	77	81
Precipit.	mm	8,7	10,3	14,9	37,2	133,2	160,2	132,2	111,2	46,1	27	16	11	703
Evap. Pot.	mm	159,0	149,6	124,0	89,0	54,0	28,4	19,0	28,4	54,0	89,0	124,0	149,6	1068,0
Def. Hidr.	mm	-150,1	-139,1	-108,9	-51,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-8,0	-61,9	-107,8	-138,4	-766,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0	131,5	112,9	82,6	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,07	0,12	0,42	2,46	5,64	6,95	3,91	0,85	0,30	0,13	0,07	0,66
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	2,2	2,9	2,3	1,4	0,4	0,0	0,0	10,5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

En el sector medio de la cuenca, destaca el distrito 7-09 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías y valles costeros de interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 27,6ºC y una mínima en Julio de 5,5ºC. el período libre de heladas es de 301 días, con un promedio de 3 heladas por año. Registra anualmente 1.685 días-grado y 660 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 709 mm, un déficit hídrico de 863 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-09 posee una influencia oceánica moderada, presentando una mayor incidencia de heladas en las zonas bajas más bajas. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-16.

Tabla 5.6.1-16
Características Climáticas del Distrito 7-09

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	27,6	26,7	24,2	20,8	17,5	15,0	14,1	14,6	16,8	20,2	23,8	26,6	20,7
T. Min	ºC	11,8	11,4	10,2	8,6	7,1	5,9	5,5	5,9	6,7	8,3	10,0	11,3	8,6
T. Med	ºC	18,8	18,2	16,4	14,1	11,7	10,0	9,4	9,8	11,2	13,6	16,1	18,1	13,9
Suma T.	D.G.	272	253	199	128	76	48	40	44	67	115	193	250	1.685
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	14	62	132	205	140	83	21	2	0	660
R. Solar	Ly/día	584	555	477	371	264	187	158	187	265	371	478	555	371
H. Relat.	%	67	68	72	76	81	84	85	83	80	75	71	68	76
Precipit.	mm	8,3	9,9	14,2	36,7	134,2	161,2	133,2	112,2	46,1	27	15	11	709
Evap. Pot.	mm	174,0	163,9	136,2	98,5	60,7	33,1	23,0	33,1	60,8	98,5	136,3	163,9	1182,0
Def. Hidr.	mm	-165,5	-153,8	-121,9	-61,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,7	-71,4	-121,1	-152,7	-863,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	73,4	128,2	110,3	79,1	0,0	0,0	0,0	0,0	391,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,10	0,37	2,21	4,86	5,78	3,38	0,76	0,27	0,11	0,07	0,06
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	1,1	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	3,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4	3,8	5,3	3,9	2,0	0,3	0,0	0,0	17,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Por último, cabe señalar que el distrito 7-13, que ocupa el sector más occidental de la cuenca, corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en el valle central, en cuencas de serranías costeras, en la vertiente oriental y en el secano interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,9ºC y una mínima en Julio de 4,2ºC. El período libre de heladas es de 232 días, con un promedio de 10 helada por año. Registra anualmente 1.658 días-grado y 1.234 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 753 mm, un déficit hídrico de 927 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-13 posee una posición baja y abrigada de la costa, presenta un verano cálido y temperaturas invernales bajas, aumentando la incidencia de heladas con respecto al litoral. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-17.

Tabla 5.6.1-17
Características Climáticas del Distrito 7-13

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,9	27,8	24,9	20,9	17,0	14,1	13,0	13,6	16,3	20,3	24,5	27,7	20,8
T. Min	ºC	11,6	11,1	9,7	7,9	6,0	4,7	4,2	4,7	5,7	7,5	9,5	11,0	7,8
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,6	13,8	11,0	9,0	8,2	8,7	10,5	13,3	16,2	18,5	13,6
Suma T.	D.G.	285	263	206	121	66	38	25	34	58	109	194	260	1.658
Hrs. Frío	Horas	0	0	2	26	116	279	341	290	139	36	4	0	1.234
R. Solar	Ly/día	616	586	505	395	284	204	174	204	285	395	506	586	395
H. Relat.	%	61	63	67	73	79	83	85	83	78	72	67	62	73
Precipit.	mm	9,9	11,4	16,6	40,2	140,6	167,5	139,6	116,6	49,8	29,9	17,9	13	753
Evap. Pot.	mm	188,0	177,0	147,0	106,0	65,0	35,0	24,0	35,0	65,0	106,0	147,0	177,0	1272,0
Def. Hidr.	mm	-178,7	-166,2	-130,8	-65,9	0,0	0,0	0,0	0,0	-15,1	-76,3	-129,5	-164,6	-927,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	75,8	132,7	115,7	81,8	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,11	0,38	2,17	4,80	5,83	3,34	0,77	0,28	0,12	0,07	0,59
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,3	3,4	2,4	1,0	0,1	0,0	0,0	10,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,5	3,6	8,0	10,4	8,3	4,6	0,9	0,0	0,0	36,3

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.8 Subcuenca Nº8: Putú

La cuenca de Putú abarca sólo un distrito agrocliomático, es el distrito 7-08 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en litoral y vertiente occidental de serranías costeras. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,0ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 1 helada por año. Registra anualmente 1.329 días-grado y 576 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 708 mm, un déficit hídrico de 766 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-08 recibe la influencia marina que modera las temperaturas estivales e invernales. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-18.

Tabla 5.6.1-18
Características Climáticas del Distrito 7-08

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,0	23,4	21,6	19,1	16,7	14,9	14,3	14,5	16,1	18,5	21,1	23,2	19,0
T. Min	ºC	10,8	10,5	9,7	8,5	7,4	6,6	6,3	6,6	7,0	8,2	9,4	10,4	8,5
T. Med	ºC	16,6	16,2	14,9	13,2	11,5	10,3	9,8	10,1	11,0	12,7	14,6	16,1	13,1
Suma T.	D.G.	203	189	150	104	69	49	42	45	60	92	140	186	1.329
Hrs. Frío	Horas	0	0	4	19	58	115	146	120	79	29	6	0	576
R. Solar	Ly/día	568	540	462	356	250	172	144	172	250	356	462	540	356
H. Relat.	%	76	77	79	82	84	86	87	86	84	81	78	77	81
Precipit.	mm	8,7	10,3	14,9	37,2	133,2	160,2	132,2	111,2	46,1	27	16	11	703
Evap. Pot.	mm	159,0	149,6	124,0	89,0	54,0	28,4	19,0	28,4	54,0	89,0	124,0	149,6	1068,0
Def. Hidr.	mm	-150,1	-139,1	-108,9	-51,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-8,0	-61,9	-107,8	-138,4	-766,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0	131,5	112,9	82,6	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,07	0,12	0,42	2,46	5,64	6,95	3,91	0,85	0,30	0,13	0,07	0,66
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	2,2	2,9	2,3	1,4	0,4	0,0	0,0	10,5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.9 Subcuenca Nº9: Constitución

En la cuenca de Constitución se distinguen dos distritos agroclimáticos, el más cercano a la costa es el distrito 7-01 que corresponde a un clima Templado Infratermal Homotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición de litoral. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 18,6ºC y una mínima en Julio de 7,0ºC. El período libre de heladas es de 365 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 866 días-grado y 433 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 837 mm, un déficit hídrico de 780 mm y un período seco de siete meses.

En el distrito 7-01 la influencia oceánica es importante con una baja amplitud térmica e inviernos benignos. Se caracteriza por un clima fresco costero con alta humedad relativa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-19.

Tabla 5.6.1-19
Características Climáticas del Distrito 7-01

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	18,6	18,3	17,3	16,0	14,7	13,7	13,4	13,3	14,0	15,3	16,9	17,1	15,8
T. Min	ºC	10,7	10,5	9,8	8,8	7,9	7,2	7,0	7,2	7,5	8,5	9,5	10,4	8,8
T. Med	ºC	14,0	13,7	12,9	11,9	10,8	10,0	9,7	9,8	10,3	11,4	12,6	13,6	11,7
Suma T.	D.G.	125	116	91	69	51	41	37	37	44	60	83	113	866
Hrs. Frío	Horas	0	1	4	17	46	81	99	86	65	27	7	1	433
R. Solar	Ly/día	559	531	454	350	245	169	141	169	246	350	455	531	350
H. Relat.	%	79	80	81	84	86	87	88	87	85	83	81	79	83
Precipit.	mm	12,6	13,8	20,9	46,8	154	181	152	127	57	34	22	16	837
Evap. Pot.	mm	170,0	159,9	132,2	94,5	56,7	29,1	19,0	29,1	56,8	94,5	132,3	159,9	1134,0
Def. Hidr.	mm	-158,0	-146,6	-111,8	-47,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,7	-110,6	-144,4	-780,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	97,6	152,4	133,5	98,2	0,3	0,0	0,0	0,0	482,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,09	0,16	0,49	2,71	6,22	8,00	4,36	1,00	0,36	0,17	0,10	0,74
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	1,1	1,5	1,2	0,8	0,2	0,0	0,0	5,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Finalmente, el distrito 7-08 corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en litoral y vertiente occidental de serranías costeras. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,0ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 1 helada por año. Registra anualmente 1.329 días-grado y 576 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 708 mm, un déficit hídrico de 766 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-08 recibe la influencia marina que modera las temperaturas estivales e invernales. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-20.

Tabla 5.6.1-20
Características Climáticas del Distrito 7-08

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,0	23,4	21,6	19,1	16,7	14,9	14,3	14,5	16,1	18,5	21,1	23,2	19,0
T. Min	ºC	10,8	10,5	9,7	8,5	7,4	6,6	6,3	6,6	7,0	8,2	9,4	10,4	8,5
T. Med	ºC	16,6	16,2	14,9	13,2	11,5	10,3	9,8	10,1	11,0	12,7	14,6	16,1	13,1
Suma T.	D.G.	203	189	150	104	69	49	42	45	60	92	140	186	1.329
Hrs. Frío	Horas	0	0	4	19	58	115	146	120	79	29	6	0	576
R. Solar	Ly/día	568	540	462	356	250	172	144	172	250	356	462	540	356
H. Relat.	%	76	77	79	82	84	86	87	86	84	81	78	77	81
Precipit.	mm	8,7	10,3	14,9	37,2	133,2	160,2	132,2	111,2	46,1	27	16	11	703
Evap. Pot.	mm	159,0	149,6	124,0	89,0	54,0	28,4	19,0	28,4	54,0	89,0	124,0	149,6	1068,0
Def. Hidr.	mm	-150,1	-139,1	-108,9	-51,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-8,0	-61,9	-107,8	-138,4	-766,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0	131,5	112,9	82,6	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,07	0,12	0,42	2,46	5,64	6,95	3,91	0,85	0,30	0,13	0,07	0,66
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	2,2	2,9	2,3	1,4	0,4	0,0	0,0	10,5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.10 Subcuenca Nº10: Maule – Las Vegas

La cuenca denominada Maule – Las Vegas abarca cuatro distritos agroclimáticos, el primero es el distrito 7-08 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en litoral y vertiente occidental de serranías costeras. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,0ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 1 helada por año. Registra anualmente 1.329 días-grado y 576 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 708 mm, un déficit hídrico de 766 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-08 recibe la influencia marina que modera las temperaturas estivales e invernales. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-21.

Tabla 5.6.1-21
Características Climáticas del Distrito 7-08

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,0	23,4	21,6	19,1	16,7	14,9	14,3	14,5	16,1	18,5	21,1	23,2	19,0
T. Min	ºC	10,8	10,5	9,7	8,5	7,4	6,6	6,3	6,6	7,0	8,2	9,4	10,4	8,5
T. Med	ºC	16,6	16,2	14,9	13,2	11,5	10,3	9,8	10,1	11,0	12,7	14,6	16,1	13,1
Suma T.	D.G.	203	189	150	104	69	49	42	45	60	92	140	186	1.329
Hrs. Frío	Horas	0	0	4	19	58	115	146	120	79	29	6	0	576
R. Solar	Ly/día	568	540	462	356	250	172	144	172	250	356	462	540	356
H. Relat.	%	76	77	79	82	84	86	87	86	84	81	78	77	81
Precipit.	mm	8,7	10,3	14,9	37,2	133,2	160,2	132,2	111,2	46,1	27	16	11	703
Evap. Pot.	mm	159,0	149,6	124,0	89,0	54,0	28,4	19,0	28,4	54,0	89,0	124,0	149,6	1068,0
Def. Hidr.	mm	-150,1	-139,1	-108,9	-51,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-8,0	-61,9	-107,8	-138,4	-766,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0	131,5	112,9	82,6	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,07	0,12	0,42	2,46	5,64	6,95	3,91	0,85	0,30	0,13	0,07	0,66
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	2,2	2,9	2,3	1,4	0,4	0,0	0,0	10,5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

El distrito 7-09 corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías y valles costeros de interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 27,6ºC y una mínima en Julio de 5,5ºC. el período libre de heladas es de 301 días, con un promedio de 3 heladas por año. Registra anualmente 1.685 días-grado y 660 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 709 mm, un déficit hídrico de 863 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-09 posee una influencia oceánica moderada, presentando una mayor incidencia de heladas en las zonas bajas más bajas. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-22.

Tabla 5.6.1-22
Características Climáticas del Distrito 7-09

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	27,6	26,7	24,2	20,8	17,5	15,0	14,1	14,6	16,8	20,2	23,8	26,6	20,7
T. Min	ºC	11,8	11,4	10,2	8,6	7,1	5,9	5,5	5,9	6,7	8,3	10,0	11,3	8,6
T. Med	ºC	18,8	18,2	16,4	14,1	11,7	10,0	9,4	9,8	11,2	13,6	16,1	18,1	13,9
Suma T.	D.G.	272	253	199	128	76	48	40	44	67	115	193	250	1.685
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	14	62	132	205	140	83	21	2	0	660
R. Solar	Ly/día	584	555	477	371	264	187	158	187	265	371	478	555	371
H. Relat.	%	67	68	72	76	81	84	85	83	80	75	71	68	76
Precipit.	mm	8,3	9,9	14,2	36,7	134,2	161,2	133,2	112,2	46,1	27	15	11	709
Evap. Pot.	mm	174,0	163,9	136,2	98,5	60,7	33,1	23,0	33,1	60,8	98,5	136,3	163,9	1182,0
Def. Hidr.	mm	-165,5	-153,8	-121,9	-61,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,7	-71,4	-121,1	-152,7	-863,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	73,4	128,2	110,3	79,1	0,0	0,0	0,0	0,0	391,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,10	0,37	2,21	4,86	5,78	3,38	0,76	0,27	0,11	0,07	0,06
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	1,1	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	3,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4	3,8	5,3	3,9	2,0	0,3	0,0	0,0	17,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

El distrito 7-02 corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Subhúmedo, con posición de serranías occidentales de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,7ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 1.402 días-grado y 502 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 926 mm, un déficit hídrico de 788 mm y un período seco de seis meses.

En el distrito 7-02 el efecto oceánico modera las temperaturas invernales y estivales. El régimen hídrico es más húmedo que en el litoral, debido a su condición de vertiente occidental. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-23.

Tabla 5.6.1-23
Características Climáticas del Distrito 7-02

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,7	24,0	21,9	19,1	16,4	14,3	13,6	13,9	15,7	18,5	21,5	23,8	19,0
T. Min	ºC	11,5	11,2	10,2	8,9	7,6	6,6	6,3	6,6	7,2	8,5	9,9	11,1	8,8
T. Med	ºC	17,3	16,8	15,3	13,4	11,4	10,0	9,5	9,8	10,9	12,9	15,0	16,7	13,3
Suma T.	D.G.	224	208	164	107	66	44	37	40	58	95	153	205	1.402
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	12	47	106	140	111	65	19	2	0	502
R. Solar	Ly/día	570	542	464	358	253	175	147	175	253	359	464	542	359
H. Relat.	%	70	71	74	79	83	86	87	85	82	78	74	71	78
Precipit.	mm	14,2	15,5	23,5	52,1	168,9	199,9	167,9	140	64	38	24	18	926
Evap. Pot.	mm	175,0	164,7	136,5	98,0	59,5	31,3	21,0	31,3	59,5	98,0	136,5	164,7	1176,0
Def. Hidr.	mm	-160,8	-149,2	-113,0	-45,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,0	-112,5	-146,7	-788,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	109,4	168,6	146,9	108,6	4,5	0,0	0,0	0,0	538,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,08	0,09	0,17	0,53	2,84	6,39	8,00	4,47	1,08	0,39	0,18	0,11	0,79
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	2,1	2,9	2,2	1,2	0,2	0,0	0,0	9,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Finalmente, aparece el distrito 7-15, el que ocupa la menor superficie y corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías interiores de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,5ºC y una mínima en Julio de 5,4ºC. el período libre de heladas es de 279 días, con un promedio de 2 heladas por año. Registra anualmente 1.712 días-grado y 681 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 780 mm, un déficit hídrico de 884 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-15 posee temperaturas invernales moderadas, con baja incidencia de heladas y los veranos son calurosos y secos, lo que poene de manifiesto el efecto de abrigo de la costa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-24.

Tabla 5.6.1-24
Características Climáticas del Distrito 7-15

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,5	27,5	24,7	21,0	17,2	14,5	13,5	14,1	16,6	20,3	24,3	27,4	20,8
T. Min	ºC	11,9	11,5	10,3	8,6	7,0	5,8	5,4	5,8	6,6	8,3	10,0	11,4	8,6
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,7	14,2	11,6	9,7	9,0	9,5	11,1	13,7	16,4	18,5	14,0
Suma T.	D.G.	285	264	206	129	72	43	35	40	64	116	196	261	1.712
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	13	60	142	214	151	81	19	1	0	681
R. Solar	Ly/día	590	561	482	375	267	186	160	189	268	375	483	561	375
H. Relat.	%	63	65	69	75	80	84	86	84	80	74	68	64	74
Precipit.	mm	12,2	13,2	20,2	44,3	142,2	167,3	141,2	117,2	54,1	32	21	15	780
Evap. Pot.	mm	186,0	175,1	145,2	104,5	63,7	33,9	23,0	33,9	63,8	104,5	145,3	175,1	1254,0
Def. Hidr.	mm	-173,1	-161,2	-124,5	-60,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,7	-72,2	-123,7	-159,4	-884,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	78,6	133,6	118,5	83,4	0,0	0,0	0,0	0,0	414,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,08	0,14	0,42	2,23	4,92	6,13	3,45	0,85	0,31	0,14	0,09	0,62
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	2,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	4,1	5,6	4,2	2,1	0,3	0,0	0,0	18,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.11 Subcuenca Nº11: Maule – Curtiduría

La cuenca Maule – Curtiduría en su interior incluye cuatro distritos agroclimáticos, el primero es el distrito 7-09 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías y valles costeros de interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 27,6ºC y una mínima en Julio de 5,5ºC. el período libre de heladas es de 301 días, con un promedio de 3 heladas por año. Registra anualmente 1.685 días-grado y 660 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 709 mm, un déficit hídrico de 863 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-09 posee una influencia oceánica moderada, presentando una mayor incidencia de heladas en las zonas bajas más bajas. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-25.

Tabla 5.6.1-25
Características Climáticas del Distrito 7-09

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	27,6	26,7	24,2	20,8	17,5	15,0	14,1	14,6	16,8	20,2	23,8	26,6	20,7
T. Min	ºC	11,8	11,4	10,2	8,6	7,1	5,9	5,5	5,9	6,7	8,3	10,0	11,3	8,6
T. Med	ºC	18,8	18,2	16,4	14,1	11,7	10,0	9,4	9,8	11,2	13,6	16,1	18,1	13,9
Suma T.	D.G.	272	253	199	128	76	48	40	44	67	115	193	250	1.685
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	14	62	132	205	140	83	21	2	0	660
R. Solar	Ly/día	584	555	477	371	264	187	158	187	265	371	478	555	371
H. Relat.	%	67	68	72	76	81	84	85	83	80	75	71	68	76
Precipit.	mm	8,3	9,9	14,2	36,7	134,2	161,2	133,2	112,2	46,1	27	15	11	709
Evap. Pot.	mm	174,0	163,9	136,2	98,5	60,7	33,1	23,0	33,1	60,8	98,5	136,3	163,9	1182,0
Def. Hidr.	mm	-165,5	-153,8	-121,9	-61,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,7	-71,4	-121,1	-152,7	-863,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	73,4	128,2	110,3	79,1	0,0	0,0	0,0	0,0	391,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,10	0,37	2,21	4,86	5,78	3,38	0,76	0,27	0,11	0,07	0,06
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	1,1	0,7	0,3	0,0	0,0	0,0	3,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,4	3,8	5,3	3,9	2,0	0,3	0,0	0,0	17,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Inmediatamente al sur del distrito anterior, se ubica el distrito 7-02 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Subhúmedo, con posición de serranías occidentales de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,7ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 1.402 días-grado y 502 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 926 mm, un déficit hídrico de 788 mm y un período seco de seis meses.

En el distrito 7-02 el efecto oceánico modera las temperaturas invernales y estivales. El régimen hídrico es más húmedo que en el litoral, debido a su condición de vertiente occidental. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-26.

Tabla 5.6.1-26
Características Climáticas del Distrito 7-02

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,7	24,0	21,9	19,1	16,4	14,3	13,6	13,9	15,7	18,5	21,5	23,8	19,0
T. Min	ºC	11,5	11,2	10,2	8,9	7,6	6,6	6,3	6,6	7,2	8,5	9,9	11,1	8,8
T. Med	ºC	17,3	16,8	15,3	13,4	11,4	10,0	9,5	9,8	10,9	12,9	15,0	16,7	13,3
Suma T.	D.G.	224	208	164	107	66	44	37	40	58	95	153	205	1.402
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	12	47	106	140	111	65	19	2	0	502
R. Solar	Ly/día	570	542	464	358	253	175	147	175	253	359	464	542	359
H. Relat.	%	70	71	74	79	83	86	87	85	82	78	74	71	78
Precipit.	mm	14,2	15,5	23,5	52,1	168,9	199,9	167,9	140	64	38	24	18	926
Evap. Pot.	mm	175,0	164,7	136,5	98,0	59,5	31,3	21,0	31,3	59,5	98,0	136,5	164,7	1176,0
Def. Hidr.	mm	-160,8	-149,2	-113,0	-45,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,0	-112,5	-146,7	-788,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	109,4	168,6	146,9	108,6	4,5	0,0	0,0	0,0	538,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,08	0,09	0,17	0,53	2,84	6,39	8,00	4,47	1,08	0,39	0,18	0,11	0,79
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	2,1	2,9	2,2	1,2	0,2	0,0	0,0	9,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

El distrito que ocupa la mayor extensión en esta cuenca es el distrito 7-15 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías interiores de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,5ºC y una mínima en Julio de 5,4ºC. el período libre de heladas es de 279 días, con un promedio de 2 heladas por año. Registra anualmente 1.712 días-grado y 681 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 780 mm, un déficit hídrico de 884 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-15 posee temperaturas invernales moderadas, con baja incidencia de heladas y los veranos son calurosos y secos, lo que poene de manifiesto el efecto de abrigo de la costa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-27.

Tabla 5.6.1-27
Características Climáticas del Distrito 7-15

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,5	27,5	24,7	21,0	17,2	14,5	13,5	14,1	16,6	20,3	24,3	27,4	20,8
T. Min	ºC	11,9	11,5	10,3	8,6	7,0	5,8	5,4	5,8	6,6	8,3	10,0	11,4	8,6
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,7	14,2	11,6	9,7	9,0	9,5	11,1	13,7	16,4	18,5	14,0
Suma T.	D.G.	285	264	206	129	72	43	35	40	64	116	196	261	1.712
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	13	60	142	214	151	81	19	1	0	681
R. Solar	Ly/día	590	561	482	375	267	186	160	189	268	375	483	561	375
H. Relat.	%	63	65	69	75	80	84	86	84	80	74	68	64	74
Precipit.	mm	12,2	13,2	20,2	44,3	142,2	167,3	141,2	117,2	54,1	32	21	15	780
Evap. Pot.	mm	186,0	175,1	145,2	104,5	63,7	33,9	23,0	33,9	63,8	104,5	145,3	175,1	1254,0
Def. Hidr.	mm	-173,1	-161,2	-124,5	-60,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,7	-72,2	-123,7	-159,4	-884,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	78,6	133,6	118,5	83,4	0,0	0,0	0,0	0,0	414,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,08	0,14	0,42	2,23	4,92	6,13	3,45	0,85	0,31	0,14	0,09	0,62
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	2,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	4,1	5,6	4,2	2,1	0,3	0,0	0,0	18,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Por último, al sur de la cuenca, aparece el distrito 7-13 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en el valle central, en cuencas de serranías costeras, en la vertiente oriental y en el

secano interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,9ºC y una mínima en Julio de 4,2ºC. El período libre de heladas es de 232 días, con un promedio de 10 helada por año. Registra anualmente 1.658 días-grado y 1.234 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 753 mm, un déficit hídrico de 927 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-13 posee una posición baja y abrigada de la costa, presenta un verano cálido y temperaturas invernales bajas, aumentando la incidencia de heladas con respecto al litoral. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-28.

Tabla 5.6.1-28
Características Climáticas del Distrito 7-13

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,9	27,8	24,9	20,9	17,0	14,1	13,0	13,6	16,3	20,3	24,5	27,7	20,8
T. Min	ºC	11,6	11,1	9,7	7,9	6,0	4,7	4,2	4,7	5,7	7,5	9,5	11,0	7,8
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,6	13,8	11,0	9,0	8,2	8,7	10,5	13,3	16,2	18,5	13,6
Suma T.	D.G.	285	263	206	121	66	38	25	34	58	109	194	260	1.658
Hrs. Frío	Horas	0	0	2	26	116	279	341	290	139	36	4	0	1.234
R. Solar	Ly/día	616	586	505	395	284	204	174	204	285	395	506	586	395
H. Relat.	%	61	63	67	73	79	83	85	83	78	72	67	62	73
Precipit.	mm	9,9	11,4	16,6	40,2	140,6	167,5	139,6	116,6	49,8	29,9	17,9	13	753
Evap. Pot.	mm	188,0	177,0	147,0	106,0	65,0	35,0	24,0	35,0	65,0	106,0	147,0	177,0	1272,0
Def. Hidr.	mm	-178,7	-166,2	-130,8	-65,9	0,0	0,0	0,0	0,0	-15,1	-76,3	-129,5	-164,6	-927,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	75,8	132,7	115,7	81,8	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,11	0,38	2,17	4,80	5,83	3,34	0,77	0,28	0,12	0,07	0,59
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,3	3,4	2,4	1,0	0,1	0,0	0,0	10,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,5	3,6	8,0	10,4	8,3	4,6	0,9	0,0	0,0	36,3

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.12 Subcuenca Nº12: Pinotalca

La cuenca de Pinotalca agrupa tres distritos agroclimáticos, el más cercano a la costa es el distrito 7-01 que corresponde a un clima Templado Infratermal Homotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición de litoral. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 18,6ºC y una mínima en Julio de 7,0ºC. El período libre de heladas es de 365 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 866 días-grado y 433 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 837 mm, un déficit hídrico de 780 mm y un período seco de siete meses.

En el distrito 7-01 la influencia oceánica es importante con una baja amplitud térmica e inviernos benignos. Se caracteriza por un clima fresco costero con alta humedad relativa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-29.

Tabla 5.6.1-29
Características Climáticas del Distrito 7-01

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	18,6	18,3	17,3	16,0	14,7	13,7	13,4	13,3	14,0	15,3	16,9	17,1	15,8
T. Min	ºC	10,7	10,5	9,8	8,8	7,9	7,2	7,0	7,2	7,5	8,5	9,5	10,4	8,8
T. Med	ºC	14,0	13,7	12,9	11,9	10,8	10,0	9,7	9,8	10,3	11,4	12,6	13,6	11,7
Suma T.	D.G.	125	116	91	69	51	41	37	37	44	60	83	113	866
Hrs. Frío	Horas	0	1	4	17	46	81	99	86	65	27	7	1	433
R. Solar	Ly/día	559	531	454	350	245	169	141	169	246	350	455	531	350
H. Relat.	%	79	80	81	84	86	87	88	87	85	83	81	79	83
Precipit.	mm	12,6	13,8	20,9	46,8	154	181	152	127	57	34	22	16	837
Evap. Pot.	mm	170,0	159,9	132,2	94,5	56,7	29,1	19,0	29,1	56,8	94,5	132,3	159,9	1134,0
Def. Hidr.	mm	-158,0	-146,6	-111,8	-47,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,7	-110,6	-144,4	-780,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	97,6	152,4	133,5	98,2	0,3	0,0	0,0	0,0	482,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,09	0,16	0,49	2,71	6,22	8,00	4,36	1,00	0,36	0,17	0,10	0,74
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	1,1	1,5	1,2	0,8	0,2	0,0	0,0	5,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Aledaño al anterior, se destaca el distrito 7-08 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en litoral y vertiente occidental de serranías costeras. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,0ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 1 helada por año. Registra anualmente 1.329 días-grado y 576 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 708 mm, un déficit hídrico de 766 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-08 recibe la influencia marina que modera las temperaturas estivales e invernales. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-30.

Tabla 5.6.1-30.
Características Climáticas del Distrito 7-08

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,0	23,4	21,6	19,1	16,7	14,9	14,3	14,5	16,1	18,5	21,1	23,2	19,0
T. Min	ºC	10,8	10,5	9,7	8,5	7,4	6,6	6,3	6,6	7,0	8,2	9,4	10,4	8,5
T. Med	ºC	16,6	16,2	14,9	13,2	11,5	10,3	9,8	10,1	11,0	12,7	14,6	16,1	13,1
Suma T.	D.G.	203	189	150	104	69	49	42	45	60	92	140	186	1.329
Hrs. Frío	Horas	0	0	4	19	58	115	146	120	79	29	6	0	576
R. Solar	Ly/día	568	540	462	356	250	172	144	172	250	356	462	540	356
H. Relat.	%	76	77	79	82	84	86	87	86	84	81	78	77	81
Precipit.	mm	8,7	10,3	14,9	37,2	133,2	160,2	132,2	111,2	46,1	27	16	11	703
Evap. Pot.	mm	159,0	149,6	124,0	89,0	54,0	28,4	19,0	28,4	54,0	89,0	124,0	149,6	1068,0
Def. Hidr.	mm	-150,1	-139,1	-108,9	-51,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-8,0	-61,9	-107,8	-138,4	-766,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0	131,5	112,9	82,6	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,07	0,12	0,42	2,46	5,64	6,95	3,91	0,85	0,30	0,13	0,07	0,66
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	2,2	2,9	2,3	1,4	0,4	0,0	0,0	10,5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Por último, se distingue el distrito 7-02 que ocupa la porción más occidental de la cuenca y corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Subhúmedo, con posición de serranías occidentales de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,7ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de

heladas es de 339 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 1.402 días-grado y 502 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 926 mm, un déficit hídrico de 788 mm y un período seco de seis meses.

En el distrito 7-02 el efecto oceánico modera las temperaturas invernales y estivales. El régimen hídrico es más húmedo que en el litoral, debido a su condición de vertiente occidental. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-31.

Tabla 5.6.1-31.
Características Climáticas del Distrito 7-02

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,7	24,0	21,9	19,1	16,4	14,3	13,6	13,9	15,7	18,5	21,5	23,8	19,0
T. Min	ºC	11,5	11,2	10,2	8,9	7,6	6,6	6,3	6,6	7,2	8,5	9,9	11,1	8,8
T. Med	ºC	17,3	16,8	15,3	13,4	11,4	10,0	9,5	9,8	10,9	12,9	15,0	16,7	13,3
Suma T.	D.G.	224	208	164	107	66	44	37	40	58	95	153	205	1.402
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	12	47	106	140	111	65	19	2	0	502
R. Solar	Ly/día	570	542	464	358	253	175	147	175	253	359	464	542	359
H. Relat.	%	70	71	74	79	83	86	87	85	82	78	74	71	78
Precipit.	mm	14,2	15,5	23,5	52,1	168,9	199,9	167,9	140	64	38	24	18	926
Evap. Pot.	mm	175,0	164,7	136,5	98,0	59,5	31,3	21,0	31,3	59,5	98,0	136,5	164,7	1176,0
Def. Hidr.	mm	-160,8	-149,2	-113,0	-45,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,0	-112,5	-146,7	-788,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	109,4	168,6	146,9	108,6	4,5	0,0	0,0	0,0	538,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,08	0,09	0,17	0,53	2,84	6,39	8,00	4,47	1,08	0,39	0,18	0,11	0,79
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	2,1	2,9	2,2	1,2	0,2	0,0	0,0	9,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.13 Subcuenca Nº13: Purapel Alto

La cuenca denominada Purapel Alto abarca cuatro distritos agroclimáticos, el que ocupa la posición más oriental es el distrito 7-08 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en litoral y vertiente occidental de serranías costeras. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,0ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 1 helada por año. Registra anualmente 1.329 días-grado y 576 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 708 mm, un déficit hídrico de 766 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-08 recibe la influencia marina que modera las temperaturas estivales e invernales. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-32.

Tabla 5.6.1-32.
Características Climáticas del Distrito 7-08

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,0	23,4	21,6	19,1	16,7	14,9	14,3	14,5	16,1	18,5	21,1	23,2	19,0
T. Min	ºC	10,8	10,5	9,7	8,5	7,4	6,6	6,3	6,6	7,0	8,2	9,4	10,4	8,5
T. Med	ºC	16,6	16,2	14,9	13,2	11,5	10,3	9,8	10,1	11,0	12,7	14,6	16,1	13,1
Suma T.	D.G.	203	189	150	104	69	49	42	45	60	92	140	186	1.329
Hrs. Frío	Horas	0	0	4	19	58	115	146	120	79	29	6	0	576
R. Solar	Ly/día	568	540	462	356	250	172	144	172	250	356	462	540	356
H. Relat.	%	76	77	79	82	84	86	87	86	84	81	78	77	81
Precipit.	mm	8,7	10,3	14,9	37,2	133,2	160,2	132,2	111,2	46,1	27	16	11	703
Evap. Pot.	mm	159,0	149,6	124,0	89,0	54,0	28,4	19,0	28,4	54,0	89,0	124,0	149,6	1068,0
Def. Hidr.	mm	-150,1	-139,1	-108,9	-51,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-8,0	-61,9	-107,8	-138,4	-766,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0	131,5	112,9	82,6	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,07	0,12	0,42	2,46	5,64	6,95	3,91	0,85	0,30	0,13	0,07	0,66
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	2,2	2,9	2,3	1,4	0,4	0,0	0,0	10,5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Aledaño al anterior se ubica el distrito 7-02, que ocupa la mayor superficie de la cuenca y corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Subhúmedo, con posición de serranías occidentales de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,7ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 1.402 días-grado y 502 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 926 mm, un déficit hídrico de 788 mm y un período seco de seis meses.

En el distrito 7-02 el efecto oceánico modera las temperaturas invernales y estivales. El régimen hídrico es más húmedo que en el litoral, debido a su condición de vertiente occidental. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-33.

Tabla 5.6.1-33.
Características Climáticas del Distrito 7-02

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,7	24,0	21,9	19,1	16,4	14,3	13,6	13,9	15,7	18,5	21,5	23,8	19,0
T. Min	ºC	11,5	11,2	10,2	8,9	7,6	6,6	6,3	6,6	7,2	8,5	9,9	11,1	8,8
T. Med	ºC	17,3	16,8	15,3	13,4	11,4	10,0	9,5	9,8	10,9	12,9	15,0	16,7	13,3
Suma T.	D.G.	224	208	164	107	66	44	37	40	58	95	153	205	1.402
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	12	47	106	140	111	65	19	2	0	502
R. Solar	Ly/día	570	542	464	358	253	175	147	175	253	359	464	542	359
H. Relat.	%	70	71	74	79	83	86	87	85	82	78	74	71	78
Precipit.	mm	14,2	15,5	23,5	52,1	168,9	199,9	167,9	140	64	38	24	18	926
Evap. Pot.	mm	175,0	164,7	136,5	98,0	59,5	31,3	21,0	31,3	59,5	98,0	136,5	164,7	1176,0
Def. Hidr.	mm	-160,8	-149,2	-113,0	-45,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,0	-112,5	-146,7	-788,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	109,4	168,6	146,9	108,6	4,5	0,0	0,0	0,0	538,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,08	0,09	0,17	0,53	2,84	6,39	8,00	4,47	1,08	0,39	0,18	0,11	0,79
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	2,1	2,9	2,2	1,2	0,2	0,0	0,0	9,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

El distrito 7-15 corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías interiores de la costa. El régimen

térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,5ºC y una mínima en Julio de 5,4ºC. el período libre de heladas es de 279 días, con un promedio de 2 heladas por año. Registra anualmente 1.712 días-grado y 681 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 780 mm, un déficit hídrico de 884 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-15 posee temperaturas invernales moderadas, con baja incidencia de heladas y los veranos son calurosos y secos, lo que poene de manifiesto el efecto de abrigo de la costa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-34.

Tabla 5.6.1-34.
Características Climáticas del Distrito 7-15

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,5	27,5	24,7	21,0	17,2	14,5	13,5	14,1	16,6	20,3	24,3	27,4	20,8
T. Min	ºC	11,9	11,5	10,3	8,6	7,0	5,8	5,4	5,8	6,6	8,3	10,0	11,4	8,6
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,7	14,2	11,6	9,7	9,0	9,5	11,1	13,7	16,4	18,5	14,0
Suma T.	D.G.	285	264	206	129	72	43	35	40	64	116	196	261	1.712
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	13	60	142	214	151	81	19	1	0	681
R. Solar	Ly/día	590	561	482	375	267	186	160	189	268	375	483	561	375
H. Relat.	%	63	65	69	75	80	84	86	84	80	74	68	64	74
Precipit.	mm	12,2	13,2	20,2	44,3	142,2	167,3	141,2	117,2	54,1	32	21	15	780
Evap. Pot.	mm	186,0	175,1	145,2	104,5	63,7	33,9	23,0	33,9	63,8	104,5	145,3	175,1	1254,0
Def. Hidr.	mm	-173,1	-161,2	-124,5	-60,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,7	-72,2	-123,7	-159,4	-884,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	78,6	133,6	118,5	83,4	0,0	0,0	0,0	0,0	414,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,08	0,14	0,42	2,23	4,92	6,13	3,45	0,85	0,31	0,14	0,09	0,62
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	2,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	4,1	5,6	4,2	2,1	0,3	0,0	0,0	18,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Fianlamente, aparece el distrito 7-13, es el que posee la menor representatividad dentro de la cuenca, en términos de superficie, y corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en el valle central, en cuencas de serranías costeras, en la vertiente oriental y en el secano interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,9ºC y una mínima en Julio de 4,2ºC. El período libre de heladas es de 232 días, con un promedio de 10 helada por año. Registra anualmente 1.658 días-grado y 1.234 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 753 mm, un déficit hídrico de 927 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-13 posee una posición baja y abrigada de la costa, presenta un verano cálido y temperaturas invernales bajas, aumentando la incidencia de heladas con respecto al litoral. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-35.

Tabla 5.6.1-35.
Características Climáticas del Distrito 7-13

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,9	27,8	24,9	20,9	17,0	14,1	13,0	13,6	16,3	20,3	24,5	27,7	20,8
T. Min	ºC	11,6	11,1	9,7	7,9	6,0	4,7	4,2	4,7	5,7	7,5	9,5	11,0	7,8
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,6	13,8	11,0	9,0	8,2	8,7	10,5	13,3	16,2	18,5	13,6
Suma T.	D.G.	285	263	206	121	66	38	25	34	58	109	194	260	1.658
Hrs. Frío	Horas	0	0	2	26	116	279	341	290	139	36	4	0	1.234
R. Solar	Ly/día	616	586	505	395	284	204	174	204	285	395	506	586	395
H. Relat.	%	61	63	67	73	79	83	85	83	78	72	67	62	73
Precipit.	mm	9,9	11,4	16,6	40,2	140,6	167,5	139,6	116,6	49,8	29,9	17,9	13	753
Evap. Pot.	mm	188,0	177,0	147,0	106,0	65,0	35,0	24,0	35,0	65,0	106,0	147,0	177,0	1272,0
Def. Hidr.	mm	-178,7	-166,2	-130,8	-65,9	0,0	0,0	0,0	0,0	-15,1	-76,3	-129,5	-164,6	-927,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	75,8	132,7	115,7	81,8	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,11	0,38	2,17	4,80	5,83	3,34	0,77	0,28	0,12	0,07	0,59
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,3	3,4	2,4	1,0	0,1	0,0	0,0	10,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,5	3,6	8,0	10,4	8,3	4,6	0,9	0,0	0,0	36,3

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.14 Subcuenca Nº14: Purapel Medio

La cuenca de Purapel Medio incluye a dos distritos agroclimáticos. El más extenso es el distrito 7-13 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en el valle central, en cuencas de serranías costeras, en la vertiente oriental y en el secano interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,9ºC y una mínima en Julio de 4,2ºC. El período libre de heladas es de 232 días, con un promedio de 10 helada por año. Registra anualmente 1.658 días-grado y 1.234 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 753 mm, un déficit hídrico de 927 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-13 posee una posición baja y abrigada de la costa, presenta un verano cálido y temperaturas invernales bajas, aumentando la incidencia de heladas con respecto al litoral. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-36.

Tabla 5.6.1-36.
Características Climáticas del Distrito 7-13

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,9	27,8	24,9	20,9	17,0	14,1	13,0	13,6	16,3	20,3	24,5	27,7	20,8
T. Min	ºC	11,6	11,1	9,7	7,9	6,0	4,7	4,2	4,7	5,7	7,5	9,5	11,0	7,8
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,6	13,8	11,0	9,0	8,2	8,7	10,5	13,3	16,2	18,5	13,6
Suma T.	D.G.	285	263	206	121	66	38	25	34	58	109	194	260	1.658
Hrs. Frío	Horas	0	0	2	26	116	279	341	290	139	36	4	0	1.234
R. Solar	Ly/día	616	586	505	395	284	204	174	204	285	395	506	586	395
H. Relat.	%	61	63	67	73	79	83	85	83	78	72	67	62	73
Precipit.	mm	9,9	11,4	16,6	40,2	140,6	167,5	139,6	116,6	49,8	29,9	17,9	13	753
Evap. Pot.	mm	188,0	177,0	147,0	106,0	65,0	35,0	24,0	35,0	65,0	106,0	147,0	177,0	1272,0
Def. Hidr.	mm	-178,7	-166,2	-130,8	-65,9	0,0	0,0	0,0	0,0	-15,1	-76,3	-129,5	-164,6	-927,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	75,8	132,7	115,7	81,8	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,11	0,38	2,17	4,80	5,83	3,34	0,77	0,28	0,12	0,07	0,59
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,3	3,4	2,4	1,0	0,1	0,0	0,0	10,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,5	3,6	8,0	10,4	8,3	4,6	0,9	0,0	0,0	36,3

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

El distrito 7-15 corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías interiores de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,5ºC y una mínima en Julio de 5,4ºC. el período libre de heladas es de 279 días, con un promedio de 2 heladas por año. Registra anualmente 1.712 días-grado y 681 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 780 mm, un déficit hídrico de 884 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-15 posee temperaturas invernales moderadas, con baja incidencia de heladas y los veranos son calurosos y secos, lo que poene de manifiesto el efecto de abrigo de la costa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-37.

Tabla 5.6.1-37.
Características Climáticas del Distrito 7-15

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,5	27,5	24,7	21,0	17,2	14,5	13,5	14,1	16,6	20,3	24,3	27,4	20,8
T. Min	ºC	11,9	11,5	10,3	8,6	7,0	5,8	5,4	5,8	6,6	8,3	10,0	11,4	8,6
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,7	14,2	11,6	9,7	9,0	9,5	11,1	13,7	16,4	18,5	14,0
Suma T.	D.G.	285	264	206	129	72	43	35	40	64	116	196	261	1.712
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	13	60	142	214	151	81	19	1	0	681
R. Solar	Ly/día	590	561	482	375	267	186	160	189	268	375	483	561	375
H. Relat.	%	63	65	69	75	80	84	86	84	80	74	68	64	74
Precipit.	mm	12,2	13,2	20,2	44,3	142,2	167,3	141,2	117,2	54,1	32	21	15	780
Evap. Pot.	mm	186,0	175,1	145,2	104,5	63,7	33,9	23,0	33,9	63,8	104,5	145,3	175,1	1254,0
Def. Hidr.	mm	-173,1	-161,2	-124,5	-60,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,7	-72,2	-123,7	-159,4	-884,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	78,6	133,6	118,5	83,4	0,0	0,0	0,0	0,0	414,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,08	0,14	0,42	2,23	4,92	6,13	3,45	0,85	0,31	0,14	0,09	0,62
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	2,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	4,1	5,6	4,2	2,1	0,3	0,0	0,0	18,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.15 Subcuenca Nº15: Purapel Bajo

En la cuenca de Purapel Bajo coexisten cuatro distritos agroclimáticos, el primero corresponde al distrito 7-15 que se caracteriza por poseer un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías interiores de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,5ºC y una mínima en Julio de 5,4ºC. el período libre de heladas es de 279 días, con un promedio de 2 heladas por año. Registra anualmente 1.712 días-grado y 681 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 780 mm, un déficit hídrico de 884 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-15 posee temperaturas invernales moderadas, con baja incidencia de heladas y los veranos son calurosos y secos, lo que poene de manifiesto el efecto de abrigo de la costa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-38.

Tabla 5.6.1-38.
Características Climáticas del Distrito 7-15

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,5	27,5	24,7	21,0	17,2	14,5	13,5	14,1	16,6	20,3	24,3	27,4	20,8
T. Min	ºC	11,9	11,5	10,3	8,6	7,0	5,8	5,4	5,8	6,6	8,3	10,0	11,4	8,6
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,7	14,2	11,6	9,7	9,0	9,5	11,1	13,7	16,4	18,5	14,0
Suma T.	D.G.	285	264	206	129	72	43	35	40	64	116	196	261	1.712
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	13	60	142	214	151	81	19	1	0	681
R. Solar	Ly/día	590	561	482	375	267	186	160	189	268	375	483	561	375
H. Relat.	%	63	65	69	75	80	84	86	84	80	74	68	64	74
Precipit.	mm	12,2	13,2	20,2	44,3	142,2	167,3	141,2	117,2	54,1	32	21	15	780
Evap. Pot.	mm	186,0	175,1	145,2	104,5	63,7	33,9	23,0	33,9	63,8	104,5	145,3	175,1	1254,0
Def. Hidr.	mm	-173,1	-161,2	-124,5	-60,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,7	-72,2	-123,7	-159,4	-884,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	78,6	133,6	118,5	83,4	0,0	0,0	0,0	0,0	414,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,08	0,14	0,42	2,23	4,92	6,13	3,45	0,85	0,31	0,14	0,09	0,62
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	2,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	4,1	5,6	4,2	2,1	0,3	0,0	0,0	18,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

El distrito 7-13 corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en el valle central, en cuencas de serranías costeras, en la vertiente oriental y en el secano interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,9ºC y una mínima en Julio de 4,2ºC. El período libre de heladas es de 232 días, con un promedio de 10 helada por año. Registra anualmente 1.658 días-grado y 1.234 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 753 mm, un déficit hídrico de 927 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-13 posee una posición baja y abrigada de la costa, presenta un verano cálido y temperaturas invernales bajas, aumentando la incidencia de heladas con respecto al litoral. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-39.

Tabla 5.6.1-39.
Características Climáticas del Distrito 7-13

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,9	27,8	24,9	20,9	17,0	14,1	13,0	13,6	16,3	20,3	24,5	27,7	20,8
T. Min	ºC	11,6	11,1	9,7	7,9	6,0	4,7	4,2	4,7	5,7	7,5	9,5	11,0	7,8
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,6	13,8	11,0	9,0	8,2	8,7	10,5	13,3	16,2	18,5	13,6
Suma T.	D.G.	285	263	206	121	66	38	25	34	58	109	194	260	1.658
Hrs. Frío	Horas	0	0	2	26	116	279	341	290	139	36	4	0	1.234
R. Solar	Ly/día	616	586	505	395	284	204	174	204	285	395	506	586	395
H. Relat.	%	61	63	67	73	79	83	85	83	78	72	67	62	73
Precipit.	mm	9,9	11,4	16,6	40,2	140,6	167,5	139,6	116,6	49,8	29,9	17,9	13	753
Evap. Pot.	mm	188,0	177,0	147,0	106,0	65,0	35,0	24,0	35,0	65,0	106,0	147,0	177,0	1272,0
Def. Hidr.	mm	-178,7	-166,2	-130,8	-65,9	0,0	0,0	0,0	0,0	-15,1	-76,3	-129,5	-164,6	-927,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	75,8	132,7	115,7	81,8	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,11	0,38	2,17	4,80	5,83	3,34	0,77	0,28	0,12	0,07	0,59
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	2,3	3,4	2,4	1,0	0,1	0,0	0,0	10,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,5	3,6	8,0	10,4	8,3	4,6	0,9	0,0	0,0	36,3

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

El distrito 7-12 corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, ubicado en cuencas y valles costeros y secano interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una

máxima de Enero de 29ºC y una mínima de Julio de 4,9ºC, el período libre de heladas es de 259 días, con un promedio de 6 heladas por año. Registra anualmente 1.762 días-grado y 950 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 696 mm, un déficit hídrico de 931 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-12 posee una baja influencia oceánica, favoreciendo la mayor amplitud térmica que los distritos vecinos, con inviernos relativamente fríos y veranos calurosos. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-40.

Tabla 5.6.1-40.
Características Climáticas del Distrito 7-12

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	29,0	28,0	25,1	21,3	17,4	14,6	13,6	14,2	16,8	20,6	24,7	27,8	21,1
T. Min	ºC	12,2	11,7	10,4	8,5	6,7	5,4	4,9	5,4	6,3	8,2	10,1	11,6	8,5
T. Med	ºC	19,7	18,9	17,0	14,3	11,5	9,6	8,8	9,3	11,0	13,8	16,6	18,9	14,1
Suma T.	D.G.	296	274	213	132	73	43	35	40	65	119	203	271	1.762
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	16	80	213	288	224	105	23	1	0	950
R. Solar	Ly/día	597	568	490	382	275	197	168	197	275	383	490	568	383
H. Relat.	%	63	64	68	74	79	83	84	82	78	73	68	64	73
Precipit.	mm	8,9	10,3	15,1	36,8	130,8	155,7	128,8	108,8	45,9	27	16	12	696
Evap. Pot.	mm	185,0	174,3	145,2	105,5	65,7	36,7	26,0	36,7	65,8	105,5	145,3	174,3	1266,0
Def. Hidr.	mm	-176,5	-164,4	-130,5	-68,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-19,8	-78,7	-129,6	-162,7	-931,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	65,3	119,4	103,0	72,4	0,0	0,0	0,0	0,0	360,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,10	0,35	1,99	4,26	4,96	2,97	0,70	0,26	0,11	0,07	0,55
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,4	2,2	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	6,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	2,0	5,5	7,5	5,6	2,7	0,4	0,0	0,0	23,9

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Por último, se destaca el distrito 7-16 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en Valle Central, valles y quebradas costeras. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 30,1ºC y una mínima en Julio de 4,0ºC. El período libre de heladas es de 231 días, con un promedio de 12 heladas por año. Registra anualmente 1.788 días-grado y 1.283 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 837 mm, un déficit hídrico de 911 mm y un período seco de siete meses.

La posición baja precostera y abrigada del distrito 7-16 lo hace cálido y seco en verano y frío en invierno, aumentando el riesgo de heladas. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-41.

Tabla 5.6.1-41.
Características Climáticas del Distrito 7-16

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	30,1	28,9	25,8	21,4	17,1	14,0	12,8	13,5	16,5	20,8	25,3	28,8	21,3
T. Min	ºC	12,1	11,6	10,1	8,0	6,0	4,5	4,0	4,5	5,6	7,7	9,8	11,5	8,0
T. Med	ºC	20,2	19,3	17,1	14,1	11,1	8,8	8,0	8,6	10,6	13,6	16,8	19,2	13,9
Suma T.	D.G.	312	287	219	129	67	37	24	34	60	117	216	284	1.788
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	23	117	296	363	308	141	32	2	0	1.283
R. Solar	Ly/día	624	594	512	400	288	206	176	206	288	400	512	594	400
H. Relat.	%	60	62	67	74	81	86	88	86	80	73	67	62	74
Precipit.	mm	12,9	14	21,3	47,1	152,9	179,9	151,9	126	58	35	22	16	837
Evap. Pot.	mm	192,0	180,7	149,7	107,5	65,2	34,3	23,0	34,3	65,3	107,5	149,8	180,7	1290,0
Def. Hidr.	mm	-179,9	-167,4	-129,0	-60,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-7,3	-72,8	-128,3	-165,4	-911,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	87,7	145,6	129,0	91,7	0,0	0,0	0,0	0,0	454,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,08	0,14	0,44	2,34	5,24	6,61	3,67	0,89	0,33	0,15	0,09	0,65
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	2,8	4,2	2,9	1,1	0,0	0,0	0,0	12,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,4	3,7	8,6	11,3	8,9	4,6	0,7	0,0	0,0	38,3

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.16 Subcuenca Nº16: Empedrado

En la cuenca de Empedrado se distinguen cuatro distritos agroclimáticos, los más cercanos a la costa son los distritos 7-08 y 7-01. El primero, corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en litoral y vertiente occidental de serranías costeras. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,0ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 1 helada por año. Registra anualmente 1.329 días-grado y 576 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 708 mm, un déficit hídrico de 766 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-08 recibe la influencia marina que modera las temperaturas estivales e invernales. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-42.

Tabla 5.6.1-42.
Características Climáticas del Distrito 7-08

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,0	23,4	21,6	19,1	16,7	14,9	14,3	14,5	16,1	18,5	21,1	23,2	19,0
T. Min	ºC	10,8	10,5	9,7	8,5	7,4	6,6	6,3	6,6	7,0	8,2	9,4	10,4	8,5
T. Med	ºC	16,6	16,2	14,9	13,2	11,5	10,3	9,8	10,1	11,0	12,7	14,6	16,1	13,1
Suma T.	D.G.	203	189	150	104	69	49	42	45	60	92	140	186	1.329
Hrs. Frío	Horas	0	0	4	19	58	115	146	120	79	29	6	0	576
R. Solar	Ly/día	568	540	462	356	250	172	144	172	250	356	462	540	356
H. Relat.	%	76	77	79	82	84	86	87	86	84	81	78	77	81
Precipit.	mm	8,7	10,3	14,9	37,2	133,2	160,2	132,2	111,2	46,1	27	16	11	703
Evap. Pot.	mm	159,0	149,6	124,0	89,0	54,0	28,4	19,0	28,4	54,0	89,0	124,0	149,6	1068,0
Def. Hidr.	mm	-150,1	-139,1	-108,9	-51,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-8,0	-61,9	-107,8	-138,4	-766,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0	131,5	112,9	82,6	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,07	0,12	0,42	2,46	5,64	6,95	3,91	0,85	0,30	0,13	0,07	0,66
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	2,2	2,9	2,3	1,4	0,4	0,0	0,0	10,5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

El segundo, entretanto, es el distrito 7-01 que corresponde a un clima Templado Infratermal Homotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición de litoral. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 18,6ºC y una mínima en Julio de 7,0ºC. El período libre de heladas es de 365 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 866 días-grado y 433 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 837 mm, un déficit hídrico de 780 mm y un período seco de siete meses.

En el distrito 7-01 la influencia oceánica es importante con una baja amplitud térmica e inviernos benignos. Se caracteriza por un clima fresco costero con alta humedad relativa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-43.

Tabla 5.6.1-43.
Características Climáticas del Distrito 7-01

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	18,6	18,3	17,3	16,0	14,7	13,7	13,4	13,3	14,0	15,3	16,9	17,1	15,8
T. Min	ºC	10,7	10,5	9,8	8,8	7,9	7,2	7,0	7,2	7,5	8,5	9,5	10,4	8,8
T. Med	ºC	14,0	13,7	12,9	11,9	10,8	10,0	9,7	9,8	10,3	11,4	12,6	13,6	11,7
Suma T.	D.G.	125	116	91	69	51	41	37	37	44	60	83	113	866
Hrs. Frío	Horas	0	1	4	17	46	81	99	86	65	27	7	1	433
R. Solar	Ly/día	559	531	454	350	245	169	141	169	246	350	455	531	350
H. Relat.	%	79	80	81	84	86	87	88	87	85	83	81	79	83
Precipit.	mm	12,6	13,8	20,9	46,8	154	181	152	127	57	34	22	16	837
Evap. Pot.	mm	170,0	159,9	132,2	94,5	56,7	29,1	19,0	29,1	56,8	94,5	132,3	159,9	1134,0
Def. Hidr.	mm	-158,0	-146,6	-111,8	-47,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,7	-110,6	-144,4	-780,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	97,6	152,4	133,5	98,2	0,3	0,0	0,0	0,0	482,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,09	0,16	0,49	2,71	6,22	8,00	4,36	1,00	0,36	0,17	0,10	0,74
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	1,1	1,5	1,2	0,8	0,2	0,0	0,0	5,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Aledaño a los dos anteriores se ubica el distrito 7-02 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Subhúmedo, con posición de serranías occidentales de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,7ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 1.402 días-grado y 502 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 926 mm, un déficit hídrico de 788 mm y un período seco de seis meses.

En el distrito 7-02 el efecto oceánico modera las temperaturas invernales y estivales. El régimen hídrico es más húmedo que en el litoral, debido a su condición de vertiente occidental. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-44.

Tabla 5.6.1-44.
Características Climáticas del Distrito 7-02

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,7	24,0	21,9	19,1	16,4	14,3	13,6	13,9	15,7	18,5	21,5	23,8	19,0
T. Min	ºC	11,5	11,2	10,2	8,9	7,6	6,6	6,3	6,6	7,2	8,5	9,9	11,1	8,8
T. Med	ºC	17,3	16,8	15,3	13,4	11,4	10,0	9,5	9,8	10,9	12,9	15,0	16,7	13,3
Suma T.	D.G.	224	208	164	107	66	44	37	40	58	95	153	205	1.402
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	12	47	106	140	111	65	19	2	0	502
R. Solar	Ly/día	570	542	464	358	253	175	147	175	253	359	464	542	359
H. Relat.	%	70	71	74	79	83	86	87	85	82	78	74	71	78
Precipit.	mm	14,2	15,5	23,5	52,1	168,9	199,9	167,9	140	64	38	24	18	926
Evap. Pot.	mm	175,0	164,7	136,5	98,0	59,5	31,3	21,0	31,3	59,5	98,0	136,5	164,7	1176,0
Def. Hidr.	mm	-160,8	-149,2	-113,0	-45,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,0	-112,5	-146,7	-788,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	109,4	168,6	146,9	108,6	4,5	0,0	0,0	0,0	538,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,08	0,09	0,17	0,53	2,84	6,39	8,00	4,47	1,08	0,39	0,18	0,11	0,79
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	2,1	2,9	2,2	1,2	0,2	0,0	0,0	9,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Por último, en la sección más occidental de la cuenca, se destaca el distrito 7-15 que posee un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías interiores de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,5ºC y una mínima en Julio de 5,4ºC. el período libre de heladas es de 279 días, con un promedio de 2 heladas por año. Registra anualmente 1.712 días-grado y 681 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 780 mm, un déficit hídrico de 884 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-15 posee temperaturas invernales moderadas, con baja incidencia de heladas y los veranos son calurosos y secos, lo que poene de manifiesto el efecto de abrigo de la costa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-45.

Tabla 5.6.1-45.
Características Climáticas del Distrito 7-15

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,5	27,5	24,7	21,0	17,2	14,5	13,5	14,1	16,6	20,3	24,3	27,4	20,8
T. Min	ºC	11,9	11,5	10,3	8,6	7,0	5,8	5,4	5,8	6,6	8,3	10,0	11,4	8,6
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,7	14,2	11,6	9,7	9,0	9,5	11,1	13,7	16,4	18,5	14,0
Suma T.	D.G.	285	264	206	129	72	43	35	40	64	116	196	261	1.712
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	13	60	142	214	151	81	19	1	0	681
R. Solar	Ly/día	590	561	482	375	267	186	160	189	268	375	483	561	375
H. Relat.	%	63	65	69	75	80	84	86	84	80	74	68	64	74
Precipit.	mm	12,2	13,2	20,2	44,3	142,2	167,3	141,2	117,2	54,1	32	21	15	780
Evap. Pot.	mm	186,0	175,1	145,2	104,5	63,7	33,9	23,0	33,9	63,8	104,5	145,3	175,1	1254,0
Def. Hidr.	mm	-173,1	-161,2	-124,5	-60,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,7	-72,2	-123,7	-159,4	-884,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	78,6	133,6	118,5	83,4	0,0	0,0	0,0	0,0	414,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,08	0,14	0,42	2,23	4,92	6,13	3,45	0,85	0,31	0,14	0,09	0,62
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	2,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	4,1	5,6	4,2	2,1	0,3	0,0	0,0	18,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.17 Subcuenca Nº17: Reloca

La cuenca de Reloca está conformada mayoritariamente por el distrito agroclimático 7-01 que corresponde a un clima Templado Infratermal Homotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición de litoral. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 18,6ºC y una mínima en Julio de 7,0ºC. El período libre de heladas es de 365 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 866 días-grado y 433 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 837 mm, un déficit hídrico de 780 mm y un período seco de siete meses.

En el distrito 7-01 la influencia oceánica es importante con una baja amplitud térmica e inviernos benignos. Se caracteriza por un clima fresco costero con alta humedad relativa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-46.

Tabla 5.6.1-46.
Características Climáticas del Distrito 7-01

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	18,6	18,3	17,3	16,0	14,7	13,7	13,4	13,3	14,0	15,3	16,9	17,1	15,8
T. Min	ºC	10,7	10,5	9,8	8,8	7,9	7,2	7,0	7,2	7,5	8,5	9,5	10,4	8,8
T. Med	ºC	14,0	13,7	12,9	11,9	10,8	10,0	9,7	9,8	10,3	11,4	12,6	13,6	11,7
Suma T.	D.G.	125	116	91	69	51	41	37	37	44	60	83	113	866
Hrs. Frío	Horas	0	1	4	17	46	81	99	86	65	27	7	1	433
R. Solar	Ly/día	559	531	454	350	245	169	141	169	246	350	455	531	350
H. Relat.	%	79	80	81	84	86	87	88	87	85	83	81	79	83
Precipit.	mm	12,6	13,8	20,9	46,8	154	181	152	127	57	34	22	16	837
Evap. Pot.	mm	170,0	159,9	132,2	94,5	56,7	29,1	19,0	29,1	56,8	94,5	132,3	159,9	1134,0
Def. Hidr.	mm	-158,0	-146,6	-111,8	-47,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,7	-110,6	-144,4	-780,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	97,6	152,4	133,5	98,2	0,3	0,0	0,0	0,0	482,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,09	0,16	0,49	2,71	6,22	8,00	4,36	1,00	0,36	0,17	0,10	0,74
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	1,1	1,5	1,2	0,8	0,2	0,0	0,0	5,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Una mínima porción de la cuenca está constituida por el distrito 7-08, que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en litoral y vertiente occidental de serranías costeras. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,0ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 1 helada por año. Registra anualmente 1.329 días-grado y 576 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 708 mm, un déficit hídrico de 766 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-08 recibe la influencia marina que modera las temperaturas estivales e invernales. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-47.

Tabla 5.6.1-47.
Características Climáticas del Distrito 7-08

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,0	23,4	21,6	19,1	16,7	14,9	14,3	14,5	16,1	18,5	21,1	23,2	19,0
T. Min	ºC	10,8	10,5	9,7	8,5	7,4	6,6	6,3	6,6	7,0	8,2	9,4	10,4	8,5
T. Med	ºC	16,6	16,2	14,9	13,2	11,5	10,3	9,8	10,1	11,0	12,7	14,6	16,1	13,1
Suma T.	D.G.	203	189	150	104	69	49	42	45	60	92	140	186	1.329
Hrs. Frío	Horas	0	0	4	19	58	115	146	120	79	29	6	0	576
R. Solar	Ly/día	568	540	462	356	250	172	144	172	250	356	462	540	356
H. Relat.	%	76	77	79	82	84	86	87	86	84	81	78	77	81
Precipit.	mm	8,7	10,3	14,9	37,2	133,2	160,2	132,2	111,2	46,1	27	16	11	703
Evap. Pot.	mm	159,0	149,6	124,0	89,0	54,0	28,4	19,0	28,4	54,0	89,0	124,0	149,6	1068,0
Def. Hidr.	mm	-150,1	-139,1	-108,9	-51,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-8,0	-61,9	-107,8	-138,4	-766,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0	131,5	112,9	82,6	0,0	0,0	0,0	0,0	406,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,07	0,12	0,42	2,46	5,64	6,95	3,91	0,85	0,30	0,13	0,07	0,66
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	2,2	2,9	2,3	1,4	0,4	0,0	0,0	10,5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.18 Subcuenca Nº18: Chanco

La cuenca de Chanco está incluida totalmente en el distrito agroclimático 7-01 que corresponde a un clima Templado Infratermal Homotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición de litoral. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 18,6ºC y una mínima en Julio de 7,0ºC. El período libre de heladas es de 365 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 866 días-grado y 433 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 837 mm, un déficit hídrico de 780 mm y un período seco de siete meses.

En el distrito 7-01 la influencia oceánica es importante con una baja amplitud térmica e inviernos benignos. Se caracteriza por un clima fresco costero con alta humedad relativa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-48.

Tabla 5.6.1-48.
Características Climáticas del Distrito 7-01

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	18,6	18,3	17,3	16,0	14,7	13,7	13,4	13,3	14,0	15,3	16,9	17,1	15,8
T. Min	ºC	10,7	10,5	9,8	8,8	7,9	7,2	7,0	7,2	7,5	8,5	9,5	10,4	8,8
T. Med	ºC	14,0	13,7	12,9	11,9	10,8	10,0	9,7	9,8	10,3	11,4	12,6	13,6	11,7
Suma T.	D.G.	125	116	91	69	51	41	37	37	44	60	83	113	866
Hrs. Frío	Horas	0	1	4	17	46	81	99	86	65	27	7	1	433
R. Solar	Ly/día	559	531	454	350	245	169	141	169	246	350	455	531	350
H. Relat.	%	79	80	81	84	86	87	88	87	85	83	81	79	83
Precipit.	mm	12,6	13,8	20,9	46,8	154	181	152	127	57	34	22	16	837
Evap. Pot.	mm	170,0	159,9	132,2	94,5	56,7	29,1	19,0	29,1	56,8	94,5	132,3	159,9	1134,0
Def. Hidr.	mm	-158,0	-146,6	-111,8	-47,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,7	-110,6	-144,4	-780,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	97,6	152,4	133,5	98,2	0,3	0,0	0,0	0,0	482,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,09	0,16	0,49	2,71	6,22	8,00	4,36	1,00	0,36	0,17	0,10	0,74
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	1,1	1,5	1,2	0,8	0,2	0,0	0,0	5,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.19 Subcuenca Nº19: Rahue

La cuenca de Rahue está conformada por dos distritos agroclimáticos, el primero y aledaño a la costa es el distrito 7-01 que corresponde a un clima Templado Infratermal Homotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición de litoral. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 18,6ºC y una mínima en Julio de 7,0ºC. El período libre de heladas es de 365 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 866 días-grado y 433 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 837 mm, un déficit hídrico de 780 mm y un período seco de siete meses.

En el distrito 7-01 la influencia oceánica es importante con una baja amplitud térmica e inviernos benignos. Se caracteriza por un clima fresco costero con alta humedad relativa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-49.

Tabla 5.6.1-49.
Características Climáticas del Distrito 7-01

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	18,6	18,3	17,3	16,0	14,7	13,7	13,4	13,3	14,0	15,3	16,9	17,1	15,8
T. Min	ºC	10,7	10,5	9,8	8,8	7,9	7,2	7,0	7,2	7,5	8,5	9,5	10,4	8,8
T. Med	ºC	14,0	13,7	12,9	11,9	10,8	10,0	9,7	9,8	10,3	11,4	12,6	13,6	11,7
Suma T.	D.G.	125	116	91	69	51	41	37	37	44	60	83	113	866
Hrs. Frío	Horas	0	1	4	17	46	81	99	86	65	27	7	1	433
R. Solar	Ly/día	559	531	454	350	245	169	141	169	246	350	455	531	350
H. Relat.	%	79	80	81	84	86	87	88	87	85	83	81	79	83
Precipit.	mm	12,6	13,8	20,9	46,8	154	181	152	127	57	34	22	16	837
Evap. Pot.	mm	170,0	159,9	132,2	94,5	56,7	29,1	19,0	29,1	56,8	94,5	132,3	159,9	1134,0
Def. Hidr.	mm	-158,0	-146,6	-111,8	-47,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,7	-110,6	-144,4	-780,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	97,6	152,4	133,5	98,2	0,3	0,0	0,0	0,0	482,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,09	0,16	0,49	2,71	6,22	8,00	4,36	1,00	0,36	0,17	0,10	0,74
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	1,1	1,5	1,2	0,8	0,2	0,0	0,0	5,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

En la parte interna de la cuenca, figura el distrito 7-02 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Subhúmedo, con posición de serranías occidentales de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,7ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 1.402 días-grado y 502 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 926 mm, un déficit hídrico de 788 mm y un período seco de seis meses.

En el distrito 7-02 el efecto oceánico modera las temperaturas invernales y estivales. El régimen hídrico es más húmedo que en el litoral, debido a su condición de vertiente occidental. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-50.

Tabla 5.6.1-50.
Características Climáticas del Distrito 7-02

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,7	24,0	21,9	19,1	16,4	14,3	13,6	13,9	15,7	18,5	21,5	23,8	19,0
T. Min	ºC	11,5	11,2	10,2	8,9	7,6	6,6	6,3	6,6	7,2	8,5	9,9	11,1	8,8
T. Med	ºC	17,3	16,8	15,3	13,4	11,4	10,0	9,5	9,8	10,9	12,9	15,0	16,7	13,3
Suma T.	D.G.	224	208	164	107	66	44	37	40	58	95	153	205	1.402
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	12	47	106	140	111	65	19	2	0	502
R. Solar	Ly/día	570	542	464	358	253	175	147	175	253	359	464	542	359
H. Relat.	%	70	71	74	79	83	86	87	85	82	78	74	71	78
Precipit.	mm	14,2	15,5	23,5	52,1	168,9	199,9	167,9	140	64	38	24	18	926
Evap. Pot.	mm	175,0	164,7	136,5	98,0	59,5	31,3	21,0	31,3	59,5	98,0	136,5	164,7	1176,0
Def. Hidr.	mm	-160,8	-149,2	-113,0	-45,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,0	-112,5	-146,7	-788,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	109,4	168,6	146,9	108,6	4,5	0,0	0,0	0,0	538,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,08	0,09	0,17	0,53	2,84	6,39	8,00	4,47	1,08	0,39	0,18	0,11	0,79
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	2,1	2,9	2,2	1,2	0,2	0,0	0,0	9,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.20 Subcuenca Nº20: Belco

La cuenca denominada Belco abarca tres distritos agroclimáticos, el más oriental es el distrito 7-15 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías interiores de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,5ºC y una mínima en Julio de 5,4ºC. el período libre de heladas es de 279 días, con un promedio de 2 heladas por año. Registra anualmente 1.712 días-grado y 681 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 780 mm, un déficit hídrico de 884 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-15 posee temperaturas invernales moderadas, con baja incidencia de heladas y los veranos son calurosos y secos, lo que poene de manifiesto el efecto de abrigo de la costa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-51.

Tabla 5.6.1-51.
Características Climáticas del Distrito 7-15

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,5	27,5	24,7	21,0	17,2	14,5	13,5	14,1	16,6	20,3	24,3	27,4	20,8
T. Min	ºC	11,9	11,5	10,3	8,6	7,0	5,8	5,4	5,8	6,6	8,3	10,0	11,4	8,6
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,7	14,2	11,6	9,7	9,0	9,5	11,1	13,7	16,4	18,5	14,0
Suma T.	D.G.	285	264	206	129	72	43	35	40	64	116	196	261	1.712
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	13	60	142	214	151	81	19	1	0	681
R. Solar	Ly/día	590	561	482	375	267	186	160	189	268	375	483	561	375
H. Relat.	%	63	65	69	75	80	84	86	84	80	74	68	64	74
Precipit.	mm	12,2	13,2	20,2	44,3	142,2	167,3	141,2	117,2	54,1	32	21	15	780
Evap. Pot.	mm	186,0	175,1	145,2	104,5	63,7	33,9	23,0	33,9	63,8	104,5	145,3	175,1	1254,0
Def. Hidr.	mm	-173,1	-161,2	-124,5	-60,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,7	-72,2	-123,7	-159,4	-884,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	78,6	133,6	118,5	83,4	0,0	0,0	0,0	0,0	414,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,08	0,14	0,42	2,23	4,92	6,13	3,45	0,85	0,31	0,14	0,09	0,62
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	2,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	4,1	5,6	4,2	2,1	0,3	0,0	0,0	18,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

En una posición intermedia se ubica el distrito 7-12 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, ubicado en cuencas y valles costeros y secano interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de Enero de 29ºC y una mínima de Julio de 4,9ºC, el período libre de heladas es de 259 días, con un promedio de 6 heladas por año. Registra anualmente 1.762 días-grado y 950 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 696 mm, un déficit hídrico de 931 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-12 posee una baja influencia oceánica, favoreciendo la mayor amplitud térmica que los distritos vecinos, con inviernos relativamente fríos y veranos calurosos. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-52.

Tabla 5.6.1-52.
Características Climáticas del Distrito 7-12

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	29,0	28,0	25,1	21,3	17,4	14,6	13,6	14,2	16,8	20,6	24,7	27,8	21,1
T. Min	ºC	12,2	11,7	10,4	8,5	6,7	5,4	4,9	5,4	6,3	8,2	10,1	11,6	8,5
T. Med	ºC	19,7	18,9	17,0	14,3	11,5	9,6	8,8	9,3	11,0	13,8	16,6	18,9	14,1
Suma T.	D.G.	296	274	213	132	73	43	35	40	65	119	203	271	1.762
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	16	80	213	288	224	105	23	1	0	950
R. Solar	Ly/día	597	568	490	382	275	197	168	197	275	383	490	568	383
H. Relat.	%	63	64	68	74	79	83	84	82	78	73	68	64	73
Precipit.	mm	8,9	10,3	15,1	36,8	130,8	155,7	128,8	108,8	45,9	27	16	12	696
Evap. Pot.	mm	185,0	174,3	145,2	105,5	65,7	36,7	26,0	36,7	65,8	105,5	145,3	174,3	1266,0
Def. Hidr.	mm	-176,5	-164,4	-130,5	-68,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-19,8	-78,7	-129,6	-162,7	-931,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	65,3	119,4	103,0	72,4	0,0	0,0	0,0	0,0	360,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,10	0,35	1,99	4,26	4,96	2,97	0,70	0,26	0,11	0,07	0,55
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,4	2,2	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	6,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	2,0	5,5	7,5	5,6	2,7	0,4	0,0	0,0	23,9

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Finalmente, aparece el distrito 7-16, que ocupa la menor superficie y corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en Valle Central, valles y quebradas costeras. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 30,1ºC y una mínima en Julio de 4,0ºC. El período libre de heladas es de 231 días, con un promedio de 12 heladas por año. Registra anualmente 1.788 días-grado y 1.283 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 837 mm, un déficit hídrico de 911 mm y un período seco de siete meses.

La posición baja precostera y abrigada del distrito 7-16 lo hace cálido y seco en verano y frío en invierno, aumentando el riesgo de heladas. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-53.

Tabla 5.6.1-53.
Características Climáticas del Distrito 7-16

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	30,1	28,9	25,8	21,4	17,1	14,0	12,8	13,5	16,5	20,8	25,3	28,8	21,3
T. Min	ºC	12,1	11,6	10,1	8,0	6,0	4,5	4,0	4,5	5,6	7,7	9,8	11,5	8,0
T. Med	ºC	20,2	19,3	17,1	14,1	11,1	8,8	8,0	8,6	10,6	13,6	16,8	19,2	13,9
Suma T.	D.G.	312	287	219	129	67	37	24	34	60	117	216	284	1.788
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	23	117	296	363	308	141	32	2	0	1.283
R. Solar	Ly/día	624	594	512	400	288	206	176	206	288	400	512	594	400
H. Relat.	%	60	62	67	74	81	86	88	86	80	73	67	62	74
Precipit.	mm	12,9	14	21,3	47,1	152,9	179,9	151,9	126	58	35	22	16	837
Evap. Pot.	mm	192,0	180,7	149,7	107,5	65,2	34,3	23,0	34,3	65,3	107,5	149,8	180,7	1290,0
Def. Hidr.	mm	-179,9	-167,4	-129,0	-60,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-7,3	-72,8	-128,3	-165,4	-911,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	87,7	145,6	129,0	91,7	0,0	0,0	0,0	0,0	454,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,08	0,14	0,44	2,34	5,24	6,61	3,67	0,89	0,33	0,15	0,09	0,65
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	2,8	4,2	2,9	1,1	0,0	0,0	0,0	12,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,4	3,7	8,6	11,3	8,9	4,6	0,7	0,0	0,0	38,3

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.21 Subcuenca Nº21: Cauquenes – Arenal

La cuenca Cauquenes Arenal posee tres distritos agroclimáticos, el más oriental es el distrito 7-15 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías interiores de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,5ºC y una mínima en Julio de 5,4ºC. el período libre de heladas es de 279 días, con un promedio de 2 heladas por año. Registra anualmente 1.712 días-grado y 681 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 780 mm, un déficit hídrico de 884 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-15 posee temperaturas invernales moderadas, con baja incidencia de heladas y los veranos son calurosos y secos, lo que poene de manifiesto el efecto de abrigo de la costa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-54.

Tabla 5.6.1-54.
Características Climáticas del Distrito 7-15

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,5	27,5	24,7	21,0	17,2	14,5	13,5	14,1	16,6	20,3	24,3	27,4	20,8
T. Min	ºC	11,9	11,5	10,3	8,6	7,0	5,8	5,4	5,8	6,6	8,3	10,0	11,4	8,6
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,7	14,2	11,6	9,7	9,0	9,5	11,1	13,7	16,4	18,5	14,0
Suma T.	D.G.	285	264	206	129	72	43	35	40	64	116	196	261	1.712
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	13	60	142	214	151	81	19	1	0	681
R. Solar	Ly/día	590	561	482	375	267	186	160	189	268	375	483	561	375
H. Relat.	%	63	65	69	75	80	84	86	84	80	74	68	64	74
Precipit.	mm	12,2	13,2	20,2	44,3	142,2	167,3	141,2	117,2	54,1	32	21	15	780
Evap. Pot.	mm	186,0	175,1	145,2	104,5	63,7	33,9	23,0	33,9	63,8	104,5	145,3	175,1	1254,0
Def. Hidr.	mm	-173,1	-161,2	-124,5	-60,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,7	-72,2	-123,7	-159,4	-884,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	78,6	133,6	118,5	83,4	0,0	0,0	0,0	0,0	414,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,08	0,14	0,42	2,23	4,92	6,13	3,45	0,85	0,31	0,14	0,09	0,62
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	2,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	4,1	5,6	4,2	2,1	0,3	0,0	0,0	18,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

En una posición intermedia se ubica el distrito 7-12 que corresponde a un clima

Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, ubicado en cuencas y valles costeros y secano interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de Enero de 29ºC y una mínima de Julio de 4,9ºC, el período libre de heladas es de 259 días, con un promedio de 6 heladas por año. Registra anualmente 1.762 días-grado y 950 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 696 mm, un déficit hídrico de 931 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-12 posee una baja influencia oceánica, favoreciendo la mayor amplitud térmica que los distritos vecinos, con inviernos relativamente fríos y veranos calurosos. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-55.

Tabla 5.6.1-55.
Características Climáticas del Distrito 7-12

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	29,0	28,0	25,1	21,3	17,4	14,6	13,6	14,2	16,8	20,6	24,7	27,8	21,1
T. Min	ºC	12,2	11,7	10,4	8,5	6,7	5,4	4,9	5,4	6,3	8,2	10,1	11,6	8,5
T. Med	ºC	19,7	18,9	17,0	14,3	11,5	9,6	8,8	9,3	11,0	13,8	16,6	18,9	14,1
Suma T.	D.G.	296	274	213	132	73	43	35	40	65	119	203	271	1.762
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	16	80	213	288	224	105	23	1	0	950
R. Solar	Ly/día	597	568	490	382	275	197	168	197	275	383	490	568	383
H. Relat.	%	63	64	68	74	79	83	84	82	78	73	68	64	73
Precipit.	mm	8,9	10,3	15,1	36,8	130,8	155,7	128,8	108,8	45,9	27	16	12	696
Evap. Pot.	mm	185,0	174,3	145,2	105,5	65,7	36,7	26,0	36,7	65,8	105,5	145,3	174,3	1266,0
Def. Hidr.	mm	-176,5	-164,4	-130,5	-68,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-19,8	-78,7	-129,6	-162,7	-931,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	65,3	119,4	103,0	72,4	0,0	0,0	0,0	0,0	360,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,10	0,35	1,99	4,26	4,96	2,97	0,70	0,26	0,11	0,07	0,55
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,4	2,2	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	6,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	2,0	5,5	7,5	5,6	2,7	0,4	0,0	0,0	23,9

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Finalmente, se destaca el distrito 7-16 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en Valle Central, valles y quebradas costeras. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 30,1ºC y una mínima en Julio de 4,0ºC. El período libre de heladas es de 231 días, con un promedio de 12 heladas por año. Registra anualmente 1.788 días-grado y 1.283 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 837 mm, un déficit hídrico de 911 mm y un período seco de siete meses.

La posición baja precostera y abrigada del distrito 7-16 lo hace cálido y seco en verano y frío en invierno, aumentando el riesgo de heladas. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-56.

Tabla 5.6.1-56.
Características Climáticas del Distrito 7-16

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	30,1	28,9	25,8	21,4	17,1	14,0	12,8	13,5	16,5	20,8	25,3	28,8	21,3
T. Min	ºC	12,1	11,6	10,1	8,0	6,0	4,5	4,0	4,5	5,6	7,7	9,8	11,5	8,0
T. Med	ºC	20,2	19,3	17,1	14,1	11,1	8,8	8,0	8,6	10,6	13,6	16,8	19,2	13,9
Suma T.	D.G.	312	287	219	129	67	37	24	34	60	117	216	284	1.788
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	23	117	296	363	308	141	32	2	0	1.283
R. Solar	Ly/día	624	594	512	400	288	206	176	206	288	400	512	594	400
H. Relat.	%	60	62	67	74	81	86	88	86	80	73	67	62	74
Precipit.	mm	12,9	14	21,3	47,1	152,9	179,9	151,9	126	58	35	22	16	837
Evap. Pot.	mm	192,0	180,7	149,7	107,5	65,2	34,3	23,0	34,3	65,3	107,5	149,8	180,7	1290,0
Def. Hidr.	mm	-179,9	-167,4	-129,0	-60,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-7,3	-72,8	-128,3	-165,4	-911,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	87,7	145,6	129,0	91,7	0,0	0,0	0,0	0,0	454,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,08	0,14	0,44	2,34	5,24	6,61	3,67	0,89	0,33	0,15	0,09	0,65
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	2,8	4,2	2,9	1,1	0,0	0,0	0,0	12,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,4	3,7	8,6	11,3	8,9	4,6	0,7	0,0	0,0	38,3

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.22 Subcuenca Nº22: Cauquenes – Las Garzas

En la cuenca Cauquenes – Las Garzas coexisten dos distritos agroclimáticos, uno es el distrito 7-15 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías interiores de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,5ºC y una mínima en Julio de 5,4ºC. el período libre de heladas es de 279 días, con un promedio de 2 heladas por año. Registra anualmente 1.712 días-grado y 681 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 780 mm, un déficit hídrico de 884 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-15 posee temperaturas invernales moderadas, con baja incidencia de heladas y los veranos son calurosos y secos, lo que poene de manifiesto el efecto de abrigo de la costa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-57.

Tabla 5.6.1-57.
Características Climáticas del Distrito 7-15

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,5	27,5	24,7	21,0	17,2	14,5	13,5	14,1	16,6	20,3	24,3	27,4	20,8
T. Min	ºC	11,9	11,5	10,3	8,6	7,0	5,8	5,4	5,8	6,6	8,3	10,0	11,4	8,6
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,7	14,2	11,6	9,7	9,0	9,5	11,1	13,7	16,4	18,5	14,0
Suma T.	D.G.	285	264	206	129	72	43	35	40	64	116	196	261	1.712
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	13	60	142	214	151	81	19	1	0	681
R. Solar	Ly/día	590	561	482	375	267	186	160	189	268	375	483	561	375
H. Relat.	%	63	65	69	75	80	84	86	84	80	74	68	64	74
Precipit.	mm	12,2	13,2	20,2	44,3	142,2	167,3	141,2	117,2	54,1	32	21	15	780
Evap. Pot.	mm	186,0	175,1	145,2	104,5	63,7	33,9	23,0	33,9	63,8	104,5	145,3	175,1	1254,0
Def. Hidr.	mm	-173,1	-161,2	-124,5	-60,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,7	-72,2	-123,7	-159,4	-884,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	78,6	133,6	118,5	83,4	0,0	0,0	0,0	0,0	414,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,08	0,14	0,42	2,23	4,92	6,13	3,45	0,85	0,31	0,14	0,09	0,62
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	2,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	4,1	5,6	4,2	2,1	0,3	0,0	0,0	18,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

El otro es el distrito 7-12 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, ubicado en cuencas y valles costeros y secano interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de Enero de 29ºC y una mínima de Julio de 4,9ºC, el período libre de heladas es de 259 días, con un promedio de 6 heladas por año. Registra anualmente 1.762 días-grado y 950 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 696 mm, un déficit hídrico de 931 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-12 posee una baja influencia oceánica, favoreciendo la mayor amplitud térmica que los distritos vecinos, con inviernos relativamente fríos y veranos calurosos. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-58.

Tabla 5.6.1-58.
Características Climáticas del Distrito 7-12

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	29,0	28,0	25,1	21,3	17,4	14,6	13,6	14,2	16,8	20,6	24,7	27,8	21,1
T. Min	ºC	12,2	11,7	10,4	8,5	6,7	5,4	4,9	5,4	6,3	8,2	10,1	11,6	8,5
T. Med	ºC	19,7	18,9	17,0	14,3	11,5	9,6	8,8	9,3	11,0	13,8	16,6	18,9	14,1
Suma T.	D.G.	296	274	213	132	73	43	35	40	65	119	203	271	1.762
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	16	80	213	288	224	105	23	1	0	950
R. Solar	Ly/día	597	568	490	382	275	197	168	197	275	383	490	568	383
H. Relat.	%	63	64	68	74	79	83	84	82	78	73	68	64	73
Precipit.	mm	8,9	10,3	15,1	36,8	130,8	155,7	128,8	108,8	45,9	27	16	12	696
Evap. Pot.	mm	185,0	174,3	145,2	105,5	65,7	36,7	26,0	36,7	65,8	105,5	145,3	174,3	1266,0
Def. Hidr.	mm	-176,5	-164,4	-130,5	-68,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-19,8	-78,7	-129,6	-162,7	-931,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	65,3	119,4	103,0	72,4	0,0	0,0	0,0	0,0	360,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,10	0,35	1,99	4,26	4,96	2,97	0,70	0,26	0,11	0,07	0,55
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,4	2,2	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	6,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	2,0	5,5	7,5	5,6	2,7	0,4	0,0	0,0	23,9

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.23 Subcuenca Nº23: Cauquenes - Huedque

En la cuenca denominada Cauquenes - Huedque se aprecian seis distritos agroclimáticos, el primero es el distrito 7-02 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Subhúmedo, con posición de serranías occidentales de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,7ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 1.402 días-grado y 502 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 926 mm, un déficit hídrico de 788 mm y un período seco de seis meses.

En el distrito 7-02 el efecto oceánico modera las temperaturas invernales y estivales. El régimen hídrico es más húmedo que en el litoral, debido a su condición de vertiente occidental. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-59.

Tabla 5.6.1-59.
Características Climáticas del Distrito 7-02

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,7	24,0	21,9	19,1	16,4	14,3	13,6	13,9	15,7	18,5	21,5	23,8	19,0
T. Min	ºC	11,5	11,2	10,2	8,9	7,6	6,6	6,3	6,6	7,2	8,5	9,9	11,1	8,8
T. Med	ºC	17,3	16,8	15,3	13,4	11,4	10,0	9,5	9,8	10,9	12,9	15,0	16,7	13,3
Suma T.	D.G.	224	208	164	107	66	44	37	40	58	95	153	205	1.402
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	12	47	106	140	111	65	19	2	0	502
R. Solar	Ly/día	570	542	464	358	253	175	147	175	253	359	464	542	359
H. Relat.	%	70	71	74	79	83	86	87	85	82	78	74	71	78
Precipit.	mm	14,2	15,5	23,5	52,1	168,9	199,9	167,9	140	64	38	24	18	926
Evap. Pot.	mm	175,0	164,7	136,5	98,0	59,5	31,3	21,0	31,3	59,5	98,0	136,5	164,7	1176,0
Def. Hidr.	mm	-160,8	-149,2	-113,0	-45,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,0	-112,5	-146,7	-788,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	109,4	168,6	146,9	108,6	4,5	0,0	0,0	0,0	538,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,08	0,09	0,17	0,53	2,84	6,39	8,00	4,47	1,08	0,39	0,18	0,11	0,79
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	2,1	2,9	2,2	1,2	0,2	0,0	0,0	9,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Aledaño al anterior, se ubica el distrito 7-15 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías interiores de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,5ºC y una mínima en Julio de 5,4ºC. el período libre de heladas es de 279 días, con un promedio de 2 heladas por año. Registra anualmente 1.712 días-grado y 681 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 780 mm, un déficit hídrico de 884 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-15 posee temperaturas invernales moderadas, con baja incidencia de heladas y los veranos son calurosos y secos, lo que poene de manifiesto el efecto de abrigo de la costa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-60.

Tabla 5.6.1-60.
Características Climáticas del Distrito 7-15

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,5	27,5	24,7	21,0	17,2	14,5	13,5	14,1	16,6	20,3	24,3	27,4	20,8
T. Min	ºC	11,9	11,5	10,3	8,6	7,0	5,8	5,4	5,8	6,6	8,3	10,0	11,4	8,6
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,7	14,2	11,6	9,7	9,0	9,5	11,1	13,7	16,4	18,5	14,0
Suma T.	D.G.	285	264	206	129	72	43	35	40	64	116	196	261	1.712
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	13	60	142	214	151	81	19	1	0	681
R. Solar	Ly/día	590	561	482	375	267	186	160	189	268	375	483	561	375
H. Relat.	%	63	65	69	75	80	84	86	84	80	74	68	64	74
Precipit.	mm	12,2	13,2	20,2	44,3	142,2	167,3	141,2	117,2	54,1	32	21	15	780
Evap. Pot.	mm	186,0	175,1	145,2	104,5	63,7	33,9	23,0	33,9	63,8	104,5	145,3	175,1	1254,0
Def. Hidr.	mm	-173,1	-161,2	-124,5	-60,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,7	-72,2	-123,7	-159,4	-884,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	78,6	133,6	118,5	83,4	0,0	0,0	0,0	0,0	414,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,08	0,14	0,42	2,23	4,92	6,13	3,45	0,85	0,31	0,14	0,09	0,62
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	2,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	4,1	5,6	4,2	2,1	0,3	0,0	0,0	18,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Al nororiente del distrito 7-15, se ubica el distrito 7-12 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, ubicado en cuencas y valles costeros y secano interior. El régimen térmico se caracteriza por

temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de Enero de 29ºC y una mínima de Julio de 4,9ºC, el período libre de heladas es de 259 días, con un promedio de 6 heladas por año. Registra anualmente 1.762 días-grado y 950 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 696 mm, un déficit hídrico de 931 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-12 posee una baja influencia oceánica, favoreciendo la mayor amplitud térmica que los distritos vecinos, con inviernos relativamente fríos y veranos calurosos. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-61.

Tabla 5.6.1-61.
Características Climáticas del Distrito 7-12

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	29,0	28,0	25,1	21,3	17,4	14,6	13,6	14,2	16,8	20,6	24,7	27,8	21,1
T. Min	ºC	12,2	11,7	10,4	8,5	6,7	5,4	4,9	5,4	6,3	8,2	10,1	11,6	8,5
T. Med	ºC	19,7	18,9	17,0	14,3	11,5	9,6	8,8	9,3	11,0	13,8	16,6	18,9	14,1
Suma T.	D.G.	296	274	213	132	73	43	35	40	65	119	203	271	1.762
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	16	80	213	288	224	105	23	1	0	950
R. Solar	Ly/día	597	568	490	382	275	197	168	197	275	383	490	568	383
H. Relat.	%	63	64	68	74	79	83	84	82	78	73	68	64	73
Precipit.	mm	8,9	10,3	15,1	36,8	130,8	155,7	128,8	108,8	45,9	27	16	12	696
Evap. Pot.	mm	185,0	174,3	145,2	105,5	65,7	36,7	26,0	36,7	65,8	105,5	145,3	174,3	1266,0
Def. Hidr.	mm	-176,5	-164,4	-130,5	-68,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-19,8	-78,7	-129,6	-162,7	-931,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	65,3	119,4	103,0	72,4	0,0	0,0	0,0	0,0	360,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,10	0,35	1,99	4,26	4,96	2,97	0,70	0,26	0,11	0,07	0,55
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,4	2,2	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	6,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	2,0	5,5	7,5	5,6	2,7	0,4	0,0	0,0	23,9

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

En la sección surponiente de la cuenca aparece, en baja extensión, el distrito 8-02 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Subhúmedo, con posición en litoral y serranías costeras de la vertiente occidental. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 23,9ºC y una mínima en julio de 5,9ºC; el período libre de heladas es de 309 días, con un promedio de 2 heladas por año. Registra anualmente 1.269 días-grado y 711 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 1.134 mm, un déficit hídrico de 605 mm y un período seco de cinco meses.

El distrito 8-02 ocupa posiciones altas de cerros y lomajes, lo que junto a una marcada influencia marina atenúa el régimen de heladas. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-62.

Tabla 5.6.1-62.
Características Climáticas del Distrito 8-02

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	23,9	23,2	21,2	18,4	15,7	13,7	13,0	13,3	15,1	17,8	20,7	23,0	18,3
T. Min	ºC	11,0	10,7	9,7	8,4	7,2	6,2	5,9	6,2	6,8	8,1	9,5	10,6	8,4
T. Med	ºC	16,7	16,2	14,8	12,8	10,9	9,5	9,0	9,3	10,4	12,3	14,4	16,1	12,7
Suma T.	D.G.	209	193	148	96	59	39	26	35	51	86	137	190	1.269
Hrs. Frío	Horas	0	0	3	21	69	149	180	158	94	30	5	0	711
R. Solar	Ly/día	569	540	459	349	240	159	130	159	240	350	459	540	350
H. Relat.	%	78	79	80	82	84	85	86	85	83	81	80	78	82
Precipit.	mm	21,9	22,3	35,4	69,4	198,4	230	196,4	162,4	84	51	36	27	1134
Evap. Pot.	mm	156,0	146,7	121,2	86,5	51,7	26,3	17,0	26,3	51,8	86,5	121,3	146,7	1038,0
Def. Hidr.	mm	-134,8	-125,0	-86,3	-17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-35,7	-85,7	-120,3	-605,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	146,2	203,1	178,9	135,7	32,2	0,0	0,0	0,0	696,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,14	0,15	0,29	0,80	3,83	8,74	11,55	6,17	1,62	0,59	0,30	0,18	1,09
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	2,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,3	3,0	4,0	3,1	1,8	0,4	0,0	0,0	13,9

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Al sur del distrito anterior aparece el distrito 8-06 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Estenotérmico Mediterráneo Subhúmedo, con posición en el valle central y precordillera. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 27,6ºC y una mínima en Julio de 5,3ºC. El período libre de heladas es de 274 días, con un promedio de 4 heladas por año. Registra anualmente 1.567 días-grado y 827 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 1.029 mm, un déficit hídrico de 685 mm y un período seco de seis meses.

En el distrito 8-06 se produce una atenuación de las condiciones térmicas, producto de una cierta influencia oceanica. Los fondos de valle pueden presentar más riesgos de heladas que el promedio del distrito. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-63.

Tabla 5.6.1-63.
Características Climáticas del Distrito 8-06

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	27,6	26,6	23,9	20,3	16,6	14,0	13,0	13,5	16,0	19,6	23,5	26,5	20,1
T. Min	ºC	11,1	10,7	9,6	8,2	6,7	5,7	5,3	5,7	6,4	7,8	9,4	10,6	8,1
T. Med	ºC	18,5	17,8	16,0	13,6	11,2	9,4	8,7	9,2	10,7	13,1	15,7	17,7	13,5
Suma T.	D.G.	264	244	191	117	66	39	25	36	58	105	179	241	1.567
Hrs. Frío	Horas	0	0	3	20	76	172	239	182	101	29	4	0	827
R. Solar	Ly/día	576	546	465	355	244	164	134	164	245	355	466	546	355
H. Relat.	%	71	72	75	79	83	86	87	85	82	78	75	75	79
Precipit.	mm	20,7	20,8	33,2	64	178,6	206,2	177,1	146,1	76,1	47	34	25	1029
Evap. Pot.	mm	167,0	157,2	130,2	93,5	56,7	29,8	20,0	29,8	56,8	93,5	130,3	157,2	1122,0
Def. Hidr.	mm	-146,5	-136,5	-97,2	-29,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-46,6	-96,4	-132,3	-685,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	122,1	176,7	157,5	116,5	19,3	0,0	0,0	0,0	592,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,12	0,13	0,25	0,68	3,15	6,90	8,85	4,89	1,34	0,49	0,26	0,16	0,92
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	1,4	0,9	0,4	0,1	0,0	0,0	4,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,3	2,0	4,5	6,0	4,6	2,7	0,6	0,0	0,0	20,8

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Finalmente, ocupando una posición intermedia se destaca el distrito 8-09 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías costeras de vertiente oriental. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima

en Enero de 28,9ºC y una mínima en Julio de 5,4ºC. El período libre de heladas es de 276 días, con un promedio de 4 heladas por año. Registra anualmente 1.661 días-grado y 816 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 765 mm, un déficit hídrico de 837 mm y un período seco de siete meses.

En el distrito 8-09, por su posición de vertiente oriental, los veranos son secos y cálidos y los inviernos con régimen de heladas relativamente moderados. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-64.

Tabla 5.6.1-64.
Características Climáticas del Distrito 8-09

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,9	27,8	24,9	20,9	17,0	14,1	13,0	13,6	16,3	20,3	24,5	27,7	20,8
T. Min	ºC	11,4	11,0	9,9	8,4	6,9	5,8	5,4	5,8	6,5	8,0	9,6	10,9	8,3
T. Med	ºC	19,2	18,5	16,6	14,0	11,4	9,5	8,8	9,3	10,9	13,5	16,3	18,5	13,9
Suma T.	D.G.	280	259	207	124	68	39	25	36	60	112	195	256	1.661
Hrs. Frío	Horas	0	0	2	18	73	169	248	180	97	26	3	0	816
R. Solar	Ly/día	595	565	482	369	257	174	144	174	257	370	482	565	370
H. Relat.	%	65	66	70	75	80	84	85	83	79	74	70	66	75
Precipit.	mm	14	14,4	22,7	45,8	136	158	134	111	55	34	23	17	765
Evap. Pot.	mm	180,0	169,4	140,5	101,0	61,5	32,6	22,0	32,6	61,5	101,0	140,5	169,4	1212,0
Def. Hidr.	mm	-165,9	-154,9	-117,7	-55,2	0,0	0,0	0,0	0,0	-6,5	-67,0	-117,4	-152,3	-837,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	74,6	125,6	112,2	78,6	0,0	0,0	0,0	0,0	391,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,08	0,08	0,16	0,45	2,21	4,85	6,09	3,41	0,89	0,34	0,16	0,10	0,63
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	1,4	1,0	0,4	0,0	0,0	0,0	4,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,7	4,2	5,6	4,3	2,4	0,5	0,0	0,0	18,9

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.24 Subcuenca Nº24: Curanipe

La cuenca de Curanipe está conformada por tres distritos agroclimáticos, el primero y aledaño a la costa, es el distrito 7-01 que corresponde a un clima Templado Infratermal Homotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición de litoral. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 18,6ºC y una mínima en Julio de 7,0ºC. El período libre de heladas es de 365 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 866 días-grado y 433 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 837 mm, un déficit hídrico de 780 mm y un período seco de siete meses.

En el distrito 7-01 la influencia oceánica es importante con una baja amplitud térmica e inviernos benignos. Se caracteriza por un clima fresco costero con alta humedad relativa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-65.

Tabla 5.6.1-65.
Características Climáticas del Distrito 7-01

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	18,6	18,3	17,3	16,0	14,7	13,7	13,4	13,3	14,0	15,3	16,9	17,1	15,8
T. Min	ºC	10,7	10,5	9,8	8,8	7,9	7,2	7,0	7,2	7,5	8,5	9,5	10,4	8,8
T. Med	ºC	14,0	13,7	12,9	11,9	10,8	10,0	9,7	9,8	10,3	11,4	12,6	13,6	11,7
Suma T.	D.G.	125	116	91	69	51	41	37	37	44	60	83	113	866
Hrs. Frío	Horas	0	1	4	17	46	81	99	86	65	27	7	1	433
R. Solar	Ly/día	559	531	454	350	245	169	141	169	246	350	455	531	350
H. Relat.	%	79	80	81	84	86	87	88	87	85	83	81	79	83
Precipit.	mm	12,6	13,8	20,9	46,8	154	181	152	127	57	34	22	16	837
Evap. Pot.	mm	170,0	159,9	132,2	94,5	56,7	29,1	19,0	29,1	56,8	94,5	132,3	159,9	1134,0
Def. Hidr.	mm	-158,0	-146,6	-111,8	-47,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,7	-110,6	-144,4	-780,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	97,6	152,4	133,5	98,2	0,3	0,0	0,0	0,0	482,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,09	0,16	0,49	2,71	6,22	8,00	4,36	1,00	0,36	0,17	0,10	0,74
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	1,1	1,5	1,2	0,8	0,2	0,0	0,0	5,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Aledaño al anterior se ubica el distrito 7-02 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Subhúmedo, con posición de serranías occidentales de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,7ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 1.402 días-grado y 502 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 926 mm, un déficit hídrico de 788 mm y un período seco de seis meses.

En el distrito 7-02 el efecto oceánico modera las temperaturas invernales y estivales. El régimen hídrico es más húmedo que en el litoral, debido a su condición de vertiente occidental. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-66.

Tabla 5.6.1-66.
Características Climáticas del Distrito 7-02

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,7	24,0	21,9	19,1	16,4	14,3	13,6	13,9	15,7	18,5	21,5	23,8	19,0
T. Min	ºC	11,5	11,2	10,2	8,9	7,6	6,6	6,3	6,6	7,2	8,5	9,9	11,1	8,8
T. Med	ºC	17,3	16,8	15,3	13,4	11,4	10,0	9,5	9,8	10,9	12,9	15,0	16,7	13,3
Suma T.	D.G.	224	208	164	107	66	44	37	40	58	95	153	205	1.402
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	12	47	106	140	111	65	19	2	0	502
R. Solar	Ly/día	570	542	464	358	253	175	147	175	253	359	464	542	359
H. Relat.	%	70	71	74	79	83	86	87	85	82	78	74	71	78
Precipit.	mm	14,2	15,5	23,5	52,1	168,9	199,9	167,9	140	64	38	24	18	926
Evap. Pot.	mm	175,0	164,7	136,5	98,0	59,5	31,3	21,0	31,3	59,5	98,0	136,5	164,7	1176,0
Def. Hidr.	mm	-160,8	-149,2	-113,0	-45,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,0	-112,5	-146,7	-788,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	109,4	168,6	146,9	108,6	4,5	0,0	0,0	0,0	538,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,08	0,09	0,17	0,53	2,84	6,39	8,00	4,47	1,08	0,39	0,18	0,11	0,79
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	2,1	2,9	2,2	1,2	0,2	0,0	0,0	9,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Por último, en una mínima superficie, se encuentra en la sección más ocidental de la cuenca, el distrito 7-15 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías interiores de la

costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,5ºC y una mínima en Julio de 5,4ºC. el período libre de heladas es de 279 días, con un promedio de 2 heladas por año. Registra anualmente 1.712 días-grado y 681 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 780 mm, un déficit hídrico de 884 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-15 posee temperaturas invernales moderadas, con baja incidencia de heladas y los veranos son calurosos y secos, lo que poene de manifiesto el efecto de abrigo de la costa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-67.

Tabla 5.6.1-67.
Características Climáticas del Distrito 7-15

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,5	27,5	24,7	21,0	17,2	14,5	13,5	14,1	16,6	20,3	24,3	27,4	20,8
T. Min	ºC	11,9	11,5	10,3	8,6	7,0	5,8	5,4	5,8	6,6	8,3	10,0	11,4	8,6
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,7	14,2	11,6	9,7	9,0	9,5	11,1	13,7	16,4	18,5	14,0
Suma T.	D.G.	285	264	206	129	72	43	35	40	64	116	196	261	1.712
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	13	60	142	214	151	81	19	1	0	681
R. Solar	Ly/día	590	561	482	375	267	186	160	189	268	375	483	561	375
H. Relat.	%	63	65	69	75	80	84	86	84	80	74	68	64	74
Precipit.	mm	12,2	13,2	20,2	44,3	142,2	167,3	141,2	117,2	54,1	32	21	15	780
Evap. Pot.	mm	186,0	175,1	145,2	104,5	63,7	33,9	23,0	33,9	63,8	104,5	145,3	175,1	1254,0
Def. Hidr.	mm	-173,1	-161,2	-124,5	-60,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,7	-72,2	-123,7	-159,4	-884,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	78,6	133,6	118,5	83,4	0,0	0,0	0,0	0,0	414,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,08	0,14	0,42	2,23	4,92	6,13	3,45	0,85	0,31	0,14	0,09	0,62
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	2,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	4,1	5,6	4,2	2,1	0,3	0,0	0,0	18,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.25 Subcuenca Nº25: Costeras al Sur de Curanipe

La cuenca Costeras al Sur de Curanipe está conformada por tres distritos agroclimáticos, el primero y aledaño a la costa es el distrito 7-01 que corresponde a un clima Templado Infratermal Homotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición de litoral. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 18,6ºC y una mínima en Julio de 7,0ºC. El período libre de heladas es de 365 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 866 días-grado y 433 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 837 mm, un déficit hídrico de 780 mm y un período seco de siete meses.

En el distrito 7-01 la influencia oceánica es importante con una baja amplitud térmica e inviernos benignos. Se caracteriza por un clima fresco costero con alta humedad relativa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-68.

Tabla 5.6.1-68.
Características Climáticas del Distrito 7-01

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	18,6	18,3	17,3	16,0	14,7	13,7	13,4	13,3	14,0	15,3	16,9	17,1	15,8
T. Min	ºC	10,7	10,5	9,8	8,8	7,9	7,2	7,0	7,2	7,5	8,5	9,5	10,4	8,8
T. Med	ºC	14,0	13,7	12,9	11,9	10,8	10,0	9,7	9,8	10,3	11,4	12,6	13,6	11,7
Suma T.	D.G.	125	116	91	69	51	41	37	37	44	60	83	113	866
Hrs. Frío	Horas	0	1	4	17	46	81	99	86	65	27	7	1	433
R. Solar	Ly/día	559	531	454	350	245	169	141	169	246	350	455	531	350
H. Relat.	%	79	80	81	84	86	87	88	87	85	83	81	79	83
Precipit.	mm	12,6	13,8	20,9	46,8	154	181	152	127	57	34	22	16	837
Evap. Pot.	mm	170,0	159,9	132,2	94,5	56,7	29,1	19,0	29,1	56,8	94,5	132,3	159,9	1134,0
Def. Hidr.	mm	-158,0	-146,6	-111,8	-47,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,7	-110,6	-144,4	-780,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	97,6	152,4	133,5	98,2	0,3	0,0	0,0	0,0	482,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,09	0,16	0,49	2,71	6,22	8,00	4,36	1,00	0,36	0,17	0,10	0,74
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	1,1	1,5	1,2	0,8	0,2	0,0	0,0	5,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

En la parte interna de la cuenca, figura el distrito 7-02 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Subhúmedo, con posición de serranías occidentales de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 24,7ºC y una mínima en Julio de 6,3ºC. El período libre de heladas es de 339 días, con un promedio de 0 heladas por año. Registra anualmente 1.402 días-grado y 502 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 926 mm, un déficit hídrico de 788 mm y un período seco de seis meses.

En el distrito 7-02 el efecto oceánico modera las temperaturas invernales y estivales. El régimen hídrico es más húmedo que en el litoral, debido a su condición de vertiente occidental. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-69.

Tabla 5.6.1-69.
Características Climáticas del Distrito 7-02

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	24,7	24,0	21,9	19,1	16,4	14,3	13,6	13,9	15,7	18,5	21,5	23,8	19,0
T. Min	ºC	11,5	11,2	10,2	8,9	7,6	6,6	6,3	6,6	7,2	8,5	9,9	11,1	8,8
T. Med	ºC	17,3	16,8	15,3	13,4	11,4	10,0	9,5	9,8	10,9	12,9	15,0	16,7	13,3
Suma T.	D.G.	224	208	164	107	66	44	37	40	58	95	153	205	1.402
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	12	47	106	140	111	65	19	2	0	502
R. Solar	Ly/día	570	542	464	358	253	175	147	175	253	359	464	542	359
H. Relat.	%	70	71	74	79	83	86	87	85	82	78	74	71	78
Precipit.	mm	14,2	15,5	23,5	52,1	168,9	199,9	167,9	140	64	38	24	18	926
Evap. Pot.	mm	175,0	164,7	136,5	98,0	59,5	31,3	21,0	31,3	59,5	98,0	136,5	164,7	1176,0
Def. Hidr.	mm	-160,8	-149,2	-113,0	-45,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-60,0	-112,5	-146,7	-788,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	109,4	168,6	146,9	108,6	4,5	0,0	0,0	0,0	538,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,08	0,09	0,17	0,53	2,84	6,39	8,00	4,47	1,08	0,39	0,18	0,11	0,79
Heladas A	días	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
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	2,1	2,9	2,2	1,2	0,2	0,0	0,0	9,6

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

Una pequeña superficie corresponde al distrito 7-15 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías interiores de la costa. El régimen térmico se caracteriza por

temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,5ºC y una mínima en Julio de 5,4ºC. el período libre de heladas es de 279 días, con un promedio de 2 heladas por año. Registra anualmente 1.712 días-grado y 681 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 780 mm, un déficit hídrico de 884 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-15 posee temperaturas invernales moderadas, con baja incidencia de heladas y los veranos son calurosos y secos, lo que poene de manifiesto el efecto de abrigo de la costa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-70.

Tabla 5.6.1-70.
Características Climáticas del Distrito 7-15

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,5	27,5	24,7	21,0	17,2	14,5	13,5	14,1	16,6	20,3	24,3	27,4	20,8
T. Min	ºC	11,9	11,5	10,3	8,6	7,0	5,8	5,4	5,8	6,6	8,3	10,0	11,4	8,6
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,7	14,2	11,6	9,7	9,0	9,5	11,1	13,7	16,4	18,5	14,0
Suma T.	D.G.	285	264	206	129	72	43	35	40	64	116	196	261	1.712
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	13	60	142	214	151	81	19	1	0	681
R. Solar	Ly/día	590	561	482	375	267	186	160	189	268	375	483	561	375
H. Relat.	%	63	65	69	75	80	84	86	84	80	74	68	64	74
Precipit.	mm	12,2	13,2	20,2	44,3	142,2	167,3	141,2	117,2	54,1	32	21	15	780
Evap. Pot.	mm	186,0	175,1	145,2	104,5	63,7	33,9	23,0	33,9	63,8	104,5	145,3	175,1	1254,0
Def. Hidr.	mm	-173,1	-161,2	-124,5	-60,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,7	-72,2	-123,7	-159,4	-884,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	78,6	133,6	118,5	83,4	0,0	0,0	0,0	0,0	414,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,08	0,14	0,42	2,23	4,92	6,13	3,45	0,85	0,31	0,14	0,09	0,62
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	2,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	4,1	5,6	4,2	2,1	0,3	0,0	0,0	18,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.1.26 Subcuenca Nº26: Vaquería

En la cuenca Vaquería coexisten dos distritos agroclimáticos, uno es el distrito 7-15 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, con posición en serranías interiores de la costa. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 28,5ºC y una mínima en Julio de 5,4ºC. el período libre de heladas es de 279 días, con un promedio de 2 heladas por año. Registra anualmente 1.712 días-grado y 681 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 780 mm, un déficit hídrico de 884 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-15 posee temperaturas invernales moderadas, con baja incidencia de heladas y los veranos son calurosos y secos, lo que poene de manifiesto el efecto de abrigo de la costa. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-71.

Tabla 5.6.1-71.
Características Climáticas del Distrito 7-15

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	28,5	27,5	24,7	21,0	17,2	14,5	13,5	14,1	16,6	20,3	24,3	27,4	20,8
T. Min	ºC	11,9	11,5	10,3	8,6	7,0	5,8	5,4	5,8	6,6	8,3	10,0	11,4	8,6
T. Med	ºC	19,3	18,6	16,7	14,2	11,6	9,7	9,0	9,5	11,1	13,7	16,4	18,5	14,0
Suma T.	D.G.	285	264	206	129	72	43	35	40	64	116	196	261	1.712
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	13	60	142	214	151	81	19	1	0	681
R. Solar	Ly/día	590	561	482	375	267	186	160	189	268	375	483	561	375
H. Relat.	%	63	65	69	75	80	84	86	84	80	74	68	64	74
Precipit.	mm	12,2	13,2	20,2	44,3	142,2	167,3	141,2	117,2	54,1	32	21	15	780
Evap. Pot.	mm	186,0	175,1	145,2	104,5	63,7	33,9	23,0	33,9	63,8	104,5	145,3	175,1	1254,0
Def. Hidr.	mm	-173,1	-161,2	-124,5	-60,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,7	-72,2	-123,7	-159,4	-884,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	78,6	133,6	118,5	83,4	0,0	0,0	0,0	0,0	414,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,07	0,08	0,14	0,42	2,23	4,92	6,13	3,45	0,85	0,31	0,14	0,09	0,62
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	0,7	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	2,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	4,1	5,6	4,2	2,1	0,3	0,0	0,0	18,0

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

El otro es el distrito 7-12 que corresponde a un clima Templado Mesotermal Inferior Estenotérmico Mediterráneo Semiárido, ubicado en cuencas y valles costeros y secano interior. El régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de Enero de 29ºC y una mínima de Julio de 4,9ºC, el período libre de heladas es de 259 días, con un promedio de 6 heladas por año. Registra anualmente 1.762 días-grado y 950 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 696 mm, un déficit hídrico de 931 mm y un período seco de siete meses.

El distrito 7-12 posee una baja influencia oceánica, favoreciendo la mayor amplitud térmica que los distritos vecinos, con inviernos relativamente fríos y veranos calurosos. Las características de este distrito se presentan en la Tabla 5.6.1-72.

Tabla 5.6.1-72.
Características Climáticas del Distrito 7-12

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
T. Max	ºC	29,0	28,0	25,1	21,3	17,4	14,6	13,6	14,2	16,8	20,6	24,7	27,8	21,1
T. Min	ºC	12,2	11,7	10,4	8,5	6,7	5,4	4,9	5,4	6,3	8,2	10,1	11,6	8,5
T. Med	ºC	19,7	18,9	17,0	14,3	11,5	9,6	8,8	9,3	11,0	13,8	16,6	18,9	14,1
Suma T.	D.G.	296	274	213	132	73	43	35	40	65	119	203	271	1.762
Hrs. Frío	Horas	0	0	1	16	80	213	288	224	105	23	1	0	950
R. Solar	Ly/día	597	568	490	382	275	197	168	197	275	383	490	568	383
H. Relat.	%	63	64	68	74	79	83	84	82	78	73	68	64	73
Precipit.	mm	8,9	10,3	15,1	36,8	130,8	155,7	128,8	108,8	45,9	27	16	12	696
Evap. Pot.	mm	185,0	174,3	145,2	105,5	65,7	36,7	26,0	36,7	65,8	105,5	145,3	174,3	1266,0
Def. Hidr.	mm	-176,5	-164,4	-130,5	-68,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-19,8	-78,7	-129,6	-162,7	-931,0
Exd. Hidr.	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	65,3	119,4	103,0	72,4	0,0	0,0	0,0	0,0	360,0
Ind. Humed.	pp/etp	0,05	0,06	0,10	0,35	1,99	4,26	4,96	2,97	0,70	0,26	0,11	0,07	0,55
Heladas A	días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,4	2,2	1,5	0,5	0,0	0,0	0,0	6,0
Heladas S	días	0,0	0,0	0,0	0,2	2,0	5,5	7,5	5,6	2,7	0,4	0,0	0,0	23,9

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile, Universidad de Chile, 1993.

5.6.2 Suelos

La caracterización de los suelos en las cuecas de interés se ha realizado principalmente a partir de los estudios de suelos que a continuación se indica.

- ES0107: Riego del Valle de Pencahue, Estudio de Factibilidad. CNR, 1978
- ES0207: Estudio Integral de Riego de la Cuenca del Río Maule Prefactibilidad, VII Región. CNR, 1977
- ES0307: Estudio Integral de Riego de la Cuenca del Río Mataquito. CNR, 1978
- ES0407: Consultoría DEP-001 Análisis Riego Zonas Costeras VI, VII, VIII y IX Regiones. DOH, 1992
- ES0507: Proyecto Aerofotogramétrico escala 1:250.000 V-VIII Regiones. Carta Preliminar de Suelos, IREN – 1963.
- ES0607: Diagnóstico de Recursos Hídricos en Secano Interior y Costero VI a VIII Región. CNR, 2003
- Información de base presente en el SIG de la Comisión Nacional de Riego (E-SIIR).

A continuación se presenta la descripción de los suelos para cada una de las subcuencas consideradas. Más adelante en el desarrollo del estudio, se contrastará las características de los suelos con los requerimientos de los cultivos, para determinar posteriormente los rubros posibles de establecer en situación sin y con proyecto.

5.6.2.1 Subcuenca Nº1: Costeras entre Límite Regional y Río Mataquito

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 12.966 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-1 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Costeras entre Límite Regional y Río Mataquito, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-1
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	12.965,9	ES0507
TOTAL						**12.965,9**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-2 al 5.6.2-4 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-2
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad de Uso	Total
VI	12.965,9
Total general	**12.965,9**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-3
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud de Drenaje	Total
5	12.965,9
Total general	**12.965,9**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-4
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
E	12.965,9
Total general	**12.965,9**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.2 Subcuenca Nº2: Vichuquén

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 4.053 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-5 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Lago Vichuquén, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-5
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	4.052,8	ES0507
TOTAL						**4.052,8**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablass 5.6.2-6 a 5.6.2-8 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-6
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad de Uso	Total
VI	4.052,8
Total General	**4.052,8**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-7
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud de Drenaje	Total
5	4.052,8
Total General	**4.052,8**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-8
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
E	4.052,8
Total General	**4.052,8**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.3 Subcuenca Nº3: Mataquito Costa

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 10.493 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-9 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Mataquito Costa, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-9
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CUREPTO (CRP)	CRP-2	IIIw	2w	3	E	21,2	ES0307
CUREPTO (CRP)	CRP-2	IIIw	2w	3	E	45,7	ES0307
LONTUÉ (LNT)	LNT-2	IIIs	2s	6	C	16,5	ES0307
LONTUÉ (LNT)	LNT-2	IIIs	2s	6	C	13,8	ES0307
LONTUÉ (LNT)	LNT-5	IIIs	2s	4	C	44,9	ES0307
MISCELÁNEO RÍO (MR)	MR	VII	6	6	E	2,1	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-1	I	1	5	A	27,6	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-1	I	1	5	A	0,0	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-1	I	1	5	A	49,3	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-10	IIw	2t	4	B	8,9	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-3	IIs	1	6	A	18,7	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-4	IIw	1	4	B	0,0	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-4	IIw	1	4	B	1,4	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-4	IIw	1	4	B	22,0	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-8	IIw	2w	3	C	36,1	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-8	IIw	2w	3	C	0,2	ES0307
QUINCHAMALAL (QAL)	QAL-1	IIIw	2w	3	D	0,0	ES0307
QUINCHAMALAL (QAL)	QAL-1	IIIw	2w	3	D	0,1	ES0307
QUINCHAMALAL (QAL)	QAL-2	IIIw	2w	3	D	100,7	ES0307
QUINCHAMALAL (QAL)	QAL-2	IIIw	2w	3	D	2,2	ES0307
QUINCHAMALAL (QAL)	QAL-2	IIIw	2w	3	D	3,4	ES0307
QUINCHAMALAL (QAL)	QAL-2	IIIw	2w	3	D	1,8	ES0307
QUINCHAMALAL (QAL)	QAL-4	IIIw	3w	3	D	42,1	ES0307
QUINCHAMALAL (QAL)	QAL-4	IIIw	3w	3	D	33,4	ES0307
QUINCHAMALAL (QAL)	QAL-4	IIIw	3w	3	D	0,0	ES0307
QUINCHAMALAL (QAL)	QAL-4	IIIw	3w	3	D	0,8	ES0307
QUETEQUETE (QTQ)	QTQ-1	I	1	5	A	0,9	ES0307
QUETEQUETE (QTQ)	QTQ-1	I	1	5	A	3,4	ES0307
QUETEQUETE (QTQ)	QTQ-1	I	1	5	A	0,5	ES0307
QUETEQUETE (QTQ)	QTQ-1	I	1	5	A	6,8	ES0307
QUETEQUETE (QTQ)	QTQ-2	I	1	5	A	15,8	ES0307
QUETEQUETE (QTQ)	QTQ-5	IIw	1	4	B	0,1	ES0307
QUETEQUETE (QTQ)	QTQ-5	IIw	1	4	B	0,7	ES0307
DUNA (DU)	DU	VII	6	6	E	305,3	ES0507
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	1.108,9	ES0507
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	6.590,8	ES0507
NO RECONOCIDO (NR)	NR	S/I	S/I	S/I	S/I	1.135,0	ES0507
SIN INFORMACIÓN	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	831,9	
TOTAL						**10.492,8**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-10 a 5.6.2-12 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-10
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
I	104,3
IIs	18,7
IIw	69,4
IIIs	75,3
IIIw	251,4
VI	7.699,6
VII	307,4
S/I	1.966,9
Total general	**10.492,8**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-11
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
3	287,7
4	78,0
5	7.803,9
6	356,4
S/I	1.966,9
Total general	**10.492,8**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-12
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
A	123,0
B	33,1
C	111,6
D	184,5
E	8.073,9
S/I	1.966,9
Total general	**10.492,8**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.4 Subcuenca Nº4: Mataquito Hualañe - Licantén

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 20.483 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-13 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Mataquito Hualañé - Licantén, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-13
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CUREPTO (CRP)	CRP-2	IIIw	2w	3	E	9,3	ES0307
CUREPTO (CRP)	CRP-3	IVw	4w	2	E	9,6	ES0307
DUNA (D)	D	VII	6	6	E	34,2	ES0407
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	11.189,8	ES0507
LONTUÉ (LNT)	LNT	IIIs	3s	5	D	58,8	ES0407
LONTUÉ (LNT)	LNT-1	IIIs	3s	6	D	27,1	ES0307
LONTUÉ (LNT)	LNT-2	IIIs	2s	6	C	83,0	ES0307
LONTUÉ (LNT)	LNT-5	IIIs	2s	4	C	88,8	ES0307
MISCELANEO PANTANO (MP)	MP	VIII	6	1	E	14,6	ES0307
MISCELANEO RÍO (MR)	MR	VIIs	6	6	E	3.458,5	ES0307
NO RECONOCIDO (NR)	NR	S/I	S/I	S/I	S/I	436,7	ES0507
SUELO DE PIEDMONT (P)	P	VI	6	5	E	255,3	ES0507
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-1	I	1	5	A	97,9	ES0407
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-2	IIs	1	5	A	11,1	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-3	IIs	1	6	A	9,5	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-4	IIw	1	4	B	252,7	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-8	IIw	2w	3	C	95,8	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-10	IIw	2t	4	B	0,2	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-11	IIw	2w	3	C	9,6	ES0307
PARRAL (PR)	PR	II	2	5	B	94,6	ES0507
QUINCHAMALAL (QAL)	QAL-1	IIIw	3	3	D	215,7	ES0307
QUINCHAMALAL (QAL)	QAL-2	IVw	4	3	D	76,4	ES0307
QUINCHAMALAL (QAL)	QAL-3	IVw	4	3	D	53,9	ES0307
QUINCHAMALAL (QAL)	QAL-4	IVw	4	3	D	226,5	ES0307
QUETEQUETE (QTQ)	QTQ-1	I	1	5	A	39,3	ES0307
QUETEQUETE (QTQ)	QTQ-2	I	1	5	A	1,9	ES0307
QUETEQUETE (QTQ)	QTQ-4	IIw	1	4	B	35,2	ES0307
QUETEQUETE (QTQ)	QTQ-5	IIw	1	4	B	27,0	ES0307
QUETEQUETE (QTQ)	QTQ-7	IIw	2w	3	C	6,3	ES0307
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	196,8	ES0507
SUELO RECIENTE (SR)	SR-2	III	3	5	D	216,2	ES0407
YACAN (YAC)	YAC-5	IIIs	3t	4	C	3.150,5	ES0307
TOTAL						**20.482,8**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-14 a 5.6.2-16 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-14
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
I	139,1
II	94,6
IIs	20,7
IIw	426,8
III	216,2
IIIs	3.408,3
IIIw	225,0
IVw	366,3
VI	11.445,1
VII	34,2
VIIs	3.655,3
VIII	14,6
S/I	436,7
Total general	**20.482,8**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-15
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
1	14,6
2	9,6
3	693,5
4	3.554,4
5	11.964,8
6	3.809,2
S/I	436,7
Total general	**20.482,8**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-16
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
A	159,7
B	409,6
C	3.434,2
D	874,4
E	15.168,1
S/I	436,7
Total general	**20.482,8**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.5 Subcuenca Nº5: Mataquito Peralillo

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 22.668 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-17 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Mataquito Peralillo, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-17
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
MISCELANEO CERRO (CE)	CE	VIIe	6	6	E	104,4	ES0307
HUALAÑÉ (HLE)	HLE-1	IIIw	5	3	E	134,9	ES0307
HUALAÑÉ (HLE)	HLE-2	IIIw	5	3	E	888,7	ES0307
HUALAÑÉ (HLE)	HLE-4	IVw	5	3	E	189,1	ES0307
HUALAÑÉ (HLE)	HLE-5	VIw	6	3	E	20,0	ES0307
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	13.051,3	ES0507
LOS COIPOS (LCP)	LCP-1	IVw	4w	3	E	104,5	ES0307
LONTUÉ (LNT)	LNT-2	IIIs	2s	6	C	150,0	ES0307
LONTUÉ (LNT)	LNT-5	IIIs	2s	4	C	131,0	ES0307
LONTUÉ (LNT)	LNT-15	IVs	4s	6	E	36,2	ES0307
MISCELANEO RÍO (MR)	MR	VIIs	6	6	E	5.134,1	ES0307
SUELO DE PIEDMONT (P)	P	VI	6	5	E	409,5	ES0507
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-1	I	1	5	A	118,5	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-3	IIs	1	6	A	229,3	ES0307
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-4	IIw	1	4	B	258,3	ES0307
PALQUIBUDI (PQB)	PQB-1	IIw	1	4	B	79,9	ES0307
PALQUIBUDI (PQB)	PQB-2	IIw	1	4	B	68,8	ES0307
PETEROA (PTR)	PTR-3	IIw	1	4	B	92,5	ES0307
PETEROA (PTR)	PTR-4	IIIw	2w	3	D	112,5	ES0307
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	511,7	ES0507
TALCAREHUE (TLH)	TLH-2	I	1	6	A	15,3	ES0307
TALCAREHUE (TLH)	TLH-3	I	1	5	A	827,7	ES0307
TOTAL						**22.668,3**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-18 a 5.6.2-20 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-18
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
I	961,5
IIs	229,3
IIw	499,5
IIIs	281,0
IIIw	1.136,1
IVs	36,2
IVw	293,7
VI	13.460,8
VIw	20,0
VIIe	104,4
VIIs	5.645,8
Total general	**22.668,3**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-19
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
3	1.449,8
4	630,5
5	14.407,0
6	6.181,0
Total general	**22.668,3**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-20
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
A	1.190,7
B	499,5
C	281,0
D	112,5
E	20.584,6
Total general	**22.668,3**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.6 Subcuenca Nº6: Curepto

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 41.780 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-21 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Curepto, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-21
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
MISCELANEO CERRO (CE)	CE	VIIe	6	6	E	8,6	ES0307
CULPEHUE (CLE)	CLE-1	IIs	1	4	B	195,8	ES0307
CULPEHUE (CLE)	CLE-3	IIs	2s	6	B	11,4	ES0307
CULPEHUE (CLE)	CLE-4	IIw	2w	4	B	348,3	ES0307
CULPEHUE (CLE)	CLE-9	IVs	4s	6	E	63,9	ES0307
CULPEHUE (CLE)	CLE-10	IVs	4s	6	E	58,9	ES0307
CUREPTO (CRP)	CRP-1	IIw	2w	4	E	86,9	ES0307
CUREPTO (CRP)	CRP-2	IIIw	2w	3	E	19,6	ES0307
CUREPTO (CRP)	CRP-3	IVw	4w	2	E	23,2	ES0307
DUNA (D)	D	VII	6	6	E	0,2	ES0407
DOMULGO (DMG)	DMG-1	I	1	5	A	17,8	ES0307
DOMULGO (DMG)	DMG-2	IIw	1	4	B	173,0	ES0307
DOMULGO (DMG)	DMG-3	IIw	1	4	B	37,1	ES0307
DOMULGO (DMG)	DMG-4	IIw	2t	4	B	1,7	ES0307
DOMULGO (DMG)	DMG-5	IIIs	3t	4	B	32,3	ES0307
HUELÓN (HLN)	HLN-1	IIw	1	4	B	106,3	ES0307
HUELÓN (HLN)	HLN-2	IIIw	2w	3	E	78,7	ES0307
HUELÓN (HLN)	HLN-3	IIIw	2w	3	E	60,8	ES0307
HUELÓN (HLN)	HLN-4	IVw	4w	1	E	40,8	ES0307
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	10.373,1	ES0507
LA PALMA (LMP)	LMP-1	IIIs	3t	4	D	471,4	ES0307
LA PALMA (LMP)	LMP-2	IVs	4t	4	D	87,7	ES0307
LA PALMA (LMP)	LMP-3	IVs	4t	4	E	40,1	ES0307
MISCELANEO PANTANO (MP)	MP	VIII	6	1	E	46,1	ES0307
MISCELANEO RÍO (MR)	MR	VIIs	6	6	E	22.951,9	ES0307
NO RECONOCIDO (NR)	NR	S/I	S/I	S/I	S/I	194,4	ES0507
SUELO DE PIEDMONT (P)	P	VI	6	5	E	344,7	ES0507
PIEDRA BLANCA (PBL)	PBL-4	IIw	1	4	B	0,3	ES0307
QUINCHAMALAL (QAL)	QAL-4	IVw	4	3	D	13,6	ES0307
QUETEQUETE (QTQ)	QTQ-1	I	1	5	A	0,3	ES0307
QUETEQUETE (QTQ)	QTQ-2	I	1	5	A	50,9	ES0307
QUETEQUETE (QTQ)	QTQ-5	IIw	1	4	B	33,9	ES0307
QUETEQUETE (QTQ)	QTQ-7	IIw	2w	3	C	7,9	ES0307
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	586,8	ES0507
YACAN (YAC)	YAC-1	IIw	2w	4	C	62,5	ES0307
YACAN (YAC)	YAC-2	IIw	2w	4	C	28,5	ES0307
YACAN (YAC)	YAC-3	IIw	2w	4	C	24,9	ES0307
YACAN (YAC)	YAC-4	IIIw	2w	3	D	92,3	ES0307
YACAN (YAC)	YAC-5	IIIs	3t	4	C	4.939,0	ES0307
YACAN (YAC)	YAC-6	IIIs	3t	4	D	13,6	ES0307
YACAN (YAC)	YAC-7	IVs	4t	4	E	50,1	ES0307
TOTAL						**41.779,6**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-22 a 5.6.2-24 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-22
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
I	69,0
IIs	207,3
IIw	911,4
IIIs	5.456,2
IIIw	251,5
IVs	300,7
IVw	77,6
VI	10.717,8
VII	0,2
VIIe	8,6
VIIs	23.538,8
VIII	46,1
S/I	194,4
Total general	**41.779,6**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-23
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
1	86,9
2	23,2
3	273,0
4	6.733,5
5	10.786,8
6	23.681,8
S/I	194,4
Total general	**41.779,6**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-24
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
A	69,0
B	940,1
C	5.062,8
D	678,6
E	34.834,6
S/I	194,4
Total general	**41.779,6**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.7 Subcuenca Nº7: Huenchullamí

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 75.431 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-25 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Huenchullamí, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-25
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
DUNA (DU)	DU	VII	6	6	E	1.373,9	ES0507
HUELÓN (HLN)	HLN-2	IIIw	2w	3	E	474,2	ES0307
HUELÓN (HLN)	HLN-3	IIIw	2w	3	E	162,3	ES0307
HUELÓN (HLN)	HLN-4	IVw	4w	1	E	24,3	ES0307
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	42.785,3	ES0507
MISCELANEO RÍO (MR)	MR	VIIs	6	6	E	21.719,9	ES0307
NO RECONOCIDO (NR)	NR	S/I	S/I	S/I	S/I	2.556,8	ES0507
SUELO DE PIEDMONT (P)	P	VI	6	5	E	3.481,0	ES0507
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	2.650,7	ES0507
PANTANO (W)	W	VIII	6	1	E	202,4	ES0507
TOTAL						**75.430,8**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-26 a 5.6.2-28 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-26
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
IIIw	636,6
IVw	24,3
VI	46.266,4
VII	1.373,9
VIIs	24.370,5
VIII	202,4
S/I	2.556,8
Total general	**75.430,8**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-27
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
1	226,7
3	636,6
5	46.266,4
6	25.744,5
S/I	2.556,8
Total general	**75.430,8**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-28
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
E	72.874,0
S/I	2.556,8
Total general	**75.430,8**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.8 Subcuenca Nº8: Putú

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 33.166 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-29 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Putú, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-29
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
BELLAVISTA (BL)	BL-1	IIIw	2w	3	D	59,3	ES0407
BELLAVISTA (BL)	BL-3	IVw	3w	2	E	192,3	ES0407
CURANIPE (CPE)	CPE	IV	4t	5	E	6.300,5	ES0507
CULENCO (CU)	CU-1	IIw	1	4	B	266,4	ES0407
CULENCO (CU)	CU-2	IIIw	2w	3	D	78,0	ES0407
DOLLIMO (DM)	DM-1	IVw	4w	3	E	152,8	ES0407
DOLLIMO (DM)	DM-3	IVs	4s	6	E	188,4	ES0407
DOLLIMO (DM)	DM-4	IVs	4s	6	E	201,3	ES0407
DOLLIMO (DM)	DM-5	IVw	4w	2	E	142,9	ES0407
DOLLIMO (DM)	DM-6	VIw	6w	1	E	180,1	ES0407
DOLLIMO (DM)	DM-7	VIIs	6s	6	E	349,0	ES0407
DUNA (DU)	DU	VII	6	6	E	6.318,2	ES0507
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	14.479,3	ES0507
MISCELANEO PANTANO (MP)	MP	VIII	6	1	E	1.334,7	ES0407
NO RECONOCIDO (NR)	NR	S/I	S/I	S/I	S/I	656,1	ES0507
SUELO DE PIEDMONT (P)	P	VI	6	5	E	399,5	ES0507
QUIVOLGO (QV)	QV-1	IIIw	2w	3	D	335,7	ES0407
QUIVOLGO (QV)	QV-2	IIw	1	4	B	298,2	ES0407
QUIVOLGO (QV)	QV-3	IVw	3w	3	E	25,9	ES0407
QUIVOLGO (QV)	QV-4	IVw	4w	2	E	96,1	ES0407
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	724,8	ES0507
ESCARPE O ACANTILADO (V)	V	VII	6	6	E	170,0	ES0507
PANTANO (W)	W	VIII	6	1	E	216,2	ES0507
TOTAL						**33.165,7**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-30 a 5.6.2-32 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-30
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
IIw	564,6
IIIw	473,0
IV	6.300,5
IVs	389,7
IVw	610,0
VI	14.878,8
VIw	180,1
VII	6.488,2
VIIs	1.073,7
VIII	1.550,9
S/I	656,1
Total general	**33.165,7**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-31
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
1	1.731,0
2	431,3
3	651,7
4	564,6
5	21.179,3
6	7.951,6
S/I	656,1
Total general	**33.165,7**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-32
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
B	564,6
D	473,0
E	31.471,9
S/I	656,1
Total general	**33.165,7**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.9 Subcuenca Nº9: Constitución

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 25.353 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-33 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al

interior de cuenca denominada Constitución, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-33
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
BELLAVISTA (BL)	BL-1	IIIw	2w	3	D	73,1	ES0407
BELLAVISTA (BL)	BL-2	IIIw	2w	4	C	91,3	ES0407
BELLAVISTA (BL)	BL-3	IVw	3w	2	E	45,3	ES0407
CURANIPE (CPE)	CPE	IV	4	5	E	485,9	ES0507
DOLLIMO (DM)	DM-2	IIIs	2s	4	C	73,3	ES0407
DOLLIMO (DM)	DM-3	IVs	4s	6	E	150,4	ES0407
DUNA (DU)	DU	VII	6	6	E	659,6	ES0507
SAN ESTEBAN (ET)	ET	VII	6	5	E	3.641,2	ES0507
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	15.380,9	ES0507
MISCELANEO PANTANO (MP)	MP	VIII	6	1	E	3,0	ES0407
NO RECONOCIDO (NR)	NR	S/I	S/I	S/I	S/I	2.851,0	ES0507
QUIVOLGO (QV)	QV-1	IIIw	2w	3	D	143,6	ES0407
QUIVOLGO (QV)	QV-2	IIw	1	4	B	6,2	ES0407
QUIVOLGO (QV)	QV-5	IIs	1	5	A	31,4	ES0407
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	1.599,0	ES0507
ESCARPE O ACANTILADO (V)	V	VII	6	6	E	117,6	ES0507
TOTAL						**25.352,9**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-34 a 5.6.2-36 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-34
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
IIs	31,4
IIw	6,2
IIIs	73,3
IIIw	308,0
IV	485,9
IVs	150,4
IVw	45,3
VI	15.380,9
VII	4.418,5
VIIs	1.599,0
VIII	3,0
S/I	2.851,0
Total general	**25.352,9**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-35
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
1	3,0
2	45,3
3	216,7
4	170,8
5	19.539,5
6	2.526,6
S/I	2.851,0
Total general	**25.352,9**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-36
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
A	31,4
B	6,2
C	164,6
D	216,7
E	22.082,9
S/I	2.851,0
Total general	**25.352,9**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.10 Subcuenca Nº10: Maule Las Vegas

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 16.687 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-37 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Maule Las vegas, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-37
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	11.962,8	ES0507
MISCELANEO RÍO (MR)	MR	VIIs	6	6	E	2,8	ES0307
NO RECONOCIDO (NR)	NR	S/I	S/I	S/I	S/I	3.674,3	ES0507
SUELO DE PIEDMONT (P)	P	VI	6	5	E	343,6	ES0507
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	703,9	ES0507
TOTAL						**16.687,4**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-38 a 5.6.2-40 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-38
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
VI	12.306,4
VIIs	706,7
S/I	3.674,3
Total general	**16.687,4**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-39
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
5	12.306,4
6	706,7
S/I	3.674,3
Total general	**16.687,4**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-40
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
E	13.013,1
S/I	3.674,3
Total general	**16.687,4**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.11 Subcuenca Nº11: Maule Curtiduría

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 27.589 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-41 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Maule Curtidiría, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-41
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CERROS (CE-2)	CE-2	VII	6	6	E	21,1	ES0107
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	1.001,7	ES0507
MISCELANEO RIO (MR)	MR	VIIs	6	6	E	10.187,7	ES0307
NO RECONOCIDO (NR)	NR	S/I	S/I	S/I	S/I	8.303,0	ES0507
SUELO DE PIEDMONT (P)	P	VI	6	5	E	688,8	ES0507
POCILLAS (PO)	PO	VI	6	5	E	4.093,2	ES0507
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	3.231,5	ES0507
Rauquen (RQN)	RQN-5	IIIs	3	5	C	53,6	ES0207
VAQUERIA (VQ)	VQ	IIIs	2	4	D	8,3	ES0507
TOTAL						**27.588,8**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-42 a 5.6.2-44 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-42
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
IIIs	61,9
VI	5.783,7
VII	21,1
VIIs	13.419,1
S/I	8.303,0
Total general	**27.588,8**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-43
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
4	8,3
5	5.837,3
6	13.440,2
S/I	8.303,0
Total general	**27.588,8**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-44
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
C	53,6
D	8,3
E	19.223,9
S/I	8.303,0
Total general	**27.588,8**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.12 Subcuenca Nº12: Pinotalca

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 49.699 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-45 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Pinotalca, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-45
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CURANIPE (CPE)	CPE	IV	4t	5	E	979,4	ES0507
DUNA (DU)	DU	VII	6	6	E	634,3	ES0507
SAN ESTEBAN (ET)	ET	VII	6	5	E	3.115,4	ES0507
CHANCO (KS)	KS	II	2	5	D	365,6	ES0507
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	29.977,5	ES0507
NO RECONOCIDO (NR)	NR	S/I	S/I	S/I	S/I	11.134,6	ES0507
SUELO DE PIEDMONT (P)	P	VI	6	5	E	334,2	ES0507
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	3.084,4	ES0507
ESCARPE O ACANTILADO (V)	V	VII	6	6	E	73,6	ES0507
TOTAL						**49.698,9**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-46 a 5.6.2-48 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-46
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
II	365,6
IV	979,4
VI	30.311,7
VII	3.823,3
VIIs	3.084,4
S/I	11.134,6
Total general	**49.698,9**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-47
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
5	34.772,0
6	3.792,3
S/I	11.134,6
Total general	**49.698,9**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-48
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
D	365,6
E	38.198,7
S/I	11.134,6
Total general	**49.698,9**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.13 Subcuenca Nº13: Purapel Alto

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 26.274 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-49 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Purapel Alto, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-49
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CAUQUENES (CQ)	CQ	VI	6	5	E	1.704,6	ES0507
SAN ESTEBAN (ET)	ET	VII	6	5	E	1.809,6	ES0507
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	19.000,9	ES0507
NO RECONOCIDO (NR)	NR	S/I	S/I	S/I	S/I	1.341,5	ES0507
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	2.417,8	ES0507
TOTAL						**26.274,4**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-50 a 5.6.2-52 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-50
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
VI	20.705,5
VII	1.809,6
VIIs	2.417,8
S/I	1.341,5
Total general	**26.274,4**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-51
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
5	22.515,1
6	2.417,8
S/I	1.341,5
Total general	**26.274,4**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-52
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
E	24.932,9
S/I	1.341,5
Total general	**26.274,4**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.14 Subcuenca Nº14: Purapel Medio

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 22.907 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-53 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Purapel Medio, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-53
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CAUQUENES (CQ)	CQ	VI	6	5	E	10.806,6	ES0507
CAUQUENES (CQN)	CQN-1	IVs	4	5	D	10,0	ES0207
SAN ESTEBAN (ET)	ET	VII	6	5	E	643,0	ES0507
MAULE (MU)	MU	III	3	4	C	768,8	ES0507
NO RECONOCIDO (NR)	NR	S/I	S/I	S/I	S/I	2.456,2	ES0507
SUELO DE PIEDMONT (P)	P	VI	6	5	E	164,1	ES0507
POCILLAS (PO)	PO	VI	6	5	E	3.378,8	ES0507
QUIPATO (QP)	QP	V	6	2	E	397,1	ES0507
QUELLA (QUL)	QUL-5	IVw	3	3	E	128,0	ES0207
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	2.815,7	ES0507
REQUEHUA (REQ)	REQ-2	IIIw	3	3	D	92,7	ES0207
CAUQUENES (CQN)	CQN-1	IVs	4	5	D	1.246,4	ES0507
TOTAL						**22.907,4**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-54 a 5.6.2-56 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-54
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
III	768,8
IIIw	92,7
Ivs	1.256,4
Ivw	128,0
V	397,1
VI	14.349,5
VII	643,0
VIIs	2.815,7
S/I	2.456,2
Total general	**22.907,4**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-55
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
2	397,1
3	220,7
4	768,8
5	16.248,8
6	2.815,7
S/I	2.456,2
Total general	**22.907,4**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-56
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
C	768,8
D	1.349,0
E	18.333,3
S/I	2.456,2
Total general	**22.907,4**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.15 Subcuenca Nº15: Purapel Bajo

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 31.576 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-57 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Purapel Medio, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-57
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
MISCELANEO CERRO (CE)	CE	VIIe	6	6	E	294,7	ES0207
CAUQUENES (CQ)	CQ	VI	6	5	E	7.905,4	ES0507
CAUQUENES (CQN)	CQN-1	IVs	4	5	D	495,0	ES0207
CAUQUENES (CQN)	CQN-2	IVs	6	6	D	159,5	ES0207
CAUQUENES (CQN)	CQN-3	IVse	6	5	D	794,8	ES0207
CAUQUENES (CQN)	CQN-4	IVse	6	5	E	353,9	ES0207
SAN ESTEBAN (ET)	ET	VII	6	5	E	1.852,6	ES0507
LAS GARZAS (GZA)	GZA-2	IIIw	2	3	D	474,6	ES0207
LAS GARZAS (GZA)	GZA-4	IVw	4	3	E	566,1	ES0207
LAS GARZAS (GZA)	GZA-6	IVw	4	2	E	278,0	ES0207
HUAPI (HUP)	HUP-5	IIs	2	5	B	85,0	ES0207
NO RECONOCIDO (NR)	NR	S/I	S/I	S/I	S/I	501,5	ES0507
POCILLAS (PO)	PO	VI	6	5	E	2.637,3	ES0507
POCILLAS (POC)	POC-4	IIIs	3	5	C	62,5	ES0207
POCILLAS (POC)	POC-5	IIIw	3	3	D	1.535,4	ES0207
POCILLAS (POC)	POC-8	IVs	4	5	D	981,0	ES0207
PURAPEL (PUR)	PUR-1	IIIw	2	3	D	281,4	ES0207
QUELLA (QL)	QL	IV	4w	3	E	330,5	ES0507
QUIPATO (QP)	QP	V	6	2	E	3.479,9	ES0507
QUELLA (QUL)	QUL-3	IVw	3	3	E	642,0	ES0207
QUELLA (QUL)	QUL-4	IVw	3	3	E	401,0	ES0207
QUELLA (QUL)	QUL-5	IVw	3	3	E	1.884,5	ES0207
QUELLA (QUL)	QUL-7	IVw	4	3	E	1.215,8	ES0207
QUIPATO (QUP)	QUP-2	IVs	3	5	D	1.703,0	ES0207
QUIPATO (QUP)	QUP-3	IVs	4	5	D	1.257,5	ES0207
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	650,7	ES0507
SUELO RECIENTO + MAUE (R+MU)	R+MU	III	3	4	D	203,7	ES0507
REQUEHUA (REQ)	REQ-2	IIIw	3	3	D	8,8	ES0207
SAN LORENZO (SLR)	SLR-1	IIIs	3	5	C	373,5	ES0207
VILLASECA (VI)	VI	VI	6	1	E	166,5	ES0507
TOTAL						**31.576,0**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-58 a 5.6.2-60 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-58
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
IIs	85,0
III	203,7
IIIs	436,0
IIIw	2.300,1
IV	330,5
IVs	4.596,0
IVse	1.148,7
IVw	4.987,4
V	3.479,9
VI	10.709,2
VII	1.852,6
VIIe	294,7
VIIs	650,7
S/I	501,5
Total general	**31.576,0**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-59
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
1	166,5
2	3.757,9
3	7.340,0
4	203,7
5	18.501,5
6	1.104,8
S/I	501,5
Total general	**31.576,0**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-60
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
B	85,0
C	436,0
D	7.894,6
E	22.658,9
S/I	501,5
Total general	**31.576,0**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.16 Subcuenca Nº16: Empedrado

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 47.762 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-61 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Empedrado, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-61
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CURANIPE (CPE)	CPE	IV	4t	5	E	3.371,6	ES0507
CAUQUENES (CQ)	CQ	VI	6	5	E	4.014,8	ES0507
SAN ESTEBAN (ET)	ET	VII	6	5	E	5.771,3	ES0507
CHANCO (KS)	KS	II	2	5	D	9,3	ES0507
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	24.370,6	ES0507
MAUEL (MU)	MU	III	3	4	C	463,7	ES0507
NO RECONOCIDO (NR)	NR	S/I	S/I	S/I	S/I	1.698,0	ES0507
SUELO DE PIEDMONT (P)	P	VI	6	5	E	218,9	ES0507
POCILLAS (PO)	PO	VI	6	5	E	3.423,2	ES0507
QUIPATO (QP)	QP	VI	6	2	E	529,1	ES0507
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	2.973,3	ES0507
SUELO RECIENTE+MAULE (R+MU)	R+MU	III	3	4	D	903,7	ES0507
ESCARPE O ACANTILADO (V)	V	VII	6	6	E	14,3	ES0507
TOTAL						**47.761,8**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-62 a 5.6.2-64 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-62
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
II	9,3
III	1.367,4
IV	3.371,6
VI	32.556,6
VII	5.785,6
VIIs	2.973,3
S/I	1.698,0
Total general	**47.761,8**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-63
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
2	529,1
4	1.367,4
5	41.179,7
6	2.987,6
S/I	1.698,0
Total general	**47.761,8**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-64
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
C	463,7
D	913,0
E	44.687,1
S/I	1.698,0
Total general	**47.761,8**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.17 Subcuenca Nº17: Reloca

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 12.450 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-65 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Reloca, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-65
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CURANIPE (CPE)	CPE	IV	4t	5	E	361,7	ES0507
DUNA (DU)	DU	VII	6	6	E	1.450,1	ES0507
CHANCO (KS)	KS	II	2	5	D	2.852,1	ES0507
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	244,6	ES0507
NO RECONOCIDO (NR)	NR	S/I	S/I	S/I	S/I	5.318,3	ES0507
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	2.080,3	ES0507
ESCARPE O ACANTILADO (V)	V	VII	6	6	E	142,5	ES0507
TOTAL						**12.449,5**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-66 a 5.6.2-68 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-66
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
II	2.852,1
IV	361,7
VI	244,6
VII	1.592,6
VIIs	2.080,3
S/I	5.318,3
Total general	**12.449,5**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-67
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
5	3.458,4
6	3.672,9
S/I	5.318,3
Total general	**12.449,5**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-68
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
D	2.852,1
E	4.279,2
S/I	5.318,3
Total general	**12.449,5**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.18 Subcuenca Nº18: Chanco

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 8.879 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-69 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Chanco, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-69
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CHANCO (KS)	KS	II	2	5	D	3.777,7	ES0507
CURANIPE	CPE	IV	4t	5	E	113,5	ES0507
SUELO RECIENTE (R)	R	IV	4s	5	E	266,5	ES0507
DUNA (DU)	DU	VII	6	6	E	3.818,0	ES0507
ESCARPE O ACANTILADO (V)	V	VII	6	6	E	903,1	ES0507
TOTAL						**8.878,8**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-70 a 5.6.2-72 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-70
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad de Uso	Total
II	3.777,7
IV	380,0
VII	4.721,1
Total general	**8.878,8**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-71
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud de Drenaje	Total
5	4.157,7
6	4.721,1
Total general	**8.878,8**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-72
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
D	3.777,7
E	5.101,1
Total general	**8.878,8**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.19 Subcuenca Nº19: Rahue

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 11.646 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-73 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Rahue, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-73
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CURANIPE (CPE)	CPE	IV	4t	5	E	1.802,2	ES0507
DUNA (DU)	DU	VII	6	6	E	309,3	ES0507
CHANCO (KS)	KS	II	2	5	D	1.322,1	ES0507
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	6.921,4	ES0507
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	377,3	ES0507
SUELO RECIENTE (SR)	SR-2	III	3	5	D	106,5	ES0407
ESCARPE O ACANTILADO (V)	V	VII	6	6	E	807,4	ES0507
TOTAL						**11.646,1**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-74 a 5.6.2-76 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-74
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
II	1.322,1
III	106,5
IV	1.802,2
VI	6.921,4
VII	1.116,6
VIIs	377,3
Total general	**11.646,1**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-75
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
5	10.152,1
6	1.494,0
Total general	**11.646,1**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-76
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
D	1.428,6
E	10.217,5
Total general	**11.646,1**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.20 Subcuenca Nº20: Belco

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 10.243 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-77 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Belco, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-77
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
MISCELANEO CERRO (CE)	CE	VIIe	6	6	E	158,6	ES0207
CAUQUENES (CQ)	CQ	VI	6	5	E	3.553,8	ES0507
CAUQUENES (CQ)	CQN-1	IVs	4	5	D	113,2	ES0207
CAUQUENES (CQ)	CQN-4	IVse	6	5	E	221,6	ES0207
LAS GARZAS (GZA)	GZA-2	IIIw	2	3	D	190,8	ES0207
HUAPI (HUP)	HUP-2	I	1	5	A	6,0	ES0207
QUELLA (QUL)	QUL-7	IVw	4	3	E	147,8	ES0207
QUIPATO (QUP)	QUP-1	IIIw	2	3	D	3.447,9	ES0507
QUIPATO (QUP)	QUP-2	IVs	3	5	D	265,6	ES0207
QUIPATO (QUP)	QUP-3	IVs	4	5	D	393,6	ES0207
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	159,3	ES0507
SAN LORENZO (SLR)	SLR-2	IIIs	3	5	C	86,1	ES0207
VAQUERIA (VAQ)	VAQ-1	IIIw	3	3	D	1.099,2	ES0507
VAQUERIA (VAQ)	VAQ-2	IIIw	3	3	D	87,1	ES0207
VAQUERIA (VAQ)	VAQ-3	IVw	3	3	E	312,5	ES0207
TOTAL						**10.242,9**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-78 a 5.6.2-80 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-78
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
I	6,0
IIIs	86,1
IIIw	4.824,9
IVs	772,4
IVse	221,6
IVw	460,4
VI	3.553,8
VIIe	158,6
VIIs	159,3
Total general	**10.242,9**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-79
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
3	5.285,3
5	4.639,8
6	317,8
Total general	**10.242,9**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-80
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
A	6,0
C	86,1
D	5.597,3
E	4.553,6
Total general	**10.242,9**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.21 Subcuenca Nº21: Cauquenes Arenal

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 16.252 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-81 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Cauquenes Arenal, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-81
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CAUQUENES (CQ)	CQ	VI	6	5	E	6.009,2	ES0507
SAN ESTEBAN (ET)	ET	VIIs	6	5	E	413,5	ES0507
MAULE (MU)	MU	IV	4s	4	D	194,4	ES0507
PERQUILAUQUEN (PQ)	PQ	I	1	5	A	2.277,2	ES0507
PATAGUILLA (PTG)	PTG-2	IIs	2	5	B	6,9	ES0207
QUELLA+UNICAVEN (QL+UN)	QL+UN	III	3	4	D	1.686,9	ES0507
QUIPATO (QP)	QP	VI	6	2	E	203,0	ES0507
Quella (QUL)	QUL-3	IVw	3	3	E	1.130,5	ES0207
Quella (QUL)	QUL-4	IVw	3	3	E	1.129,6	ES0207
Quella (QUL)	QUL-7	IVw	4	3	E	481,4	ES0207
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	1.159,9	ES0507
VAQUERIA (VQ)	VQ	III	2	4	D	1.560,0	ES0507
TOTAL						**16.252,4**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-82 a 5.6.2-84 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-82
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
I	2.277,2
III	3.246,9
IIs	6,9
IV	194,4
IVw	2.741,4
VI	6.212,1
VIIs	1.573,4
Total general	**16.252,4**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-83
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
2	203,0
3	2.741,4
4	3.441,4
5	8.706,8
6	1.159,9
Total general	**16.252,4**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-84
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
A	2.277,2
B	6,9
D	3.441,4
E	10.527,0
Total general	**16.252,4**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.22 Subcuenca Nº22: Cauquenes Las Garzas

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 18.514 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-85 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Cauquenes Las Garzas, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-85
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CANCHA ALEGRE(CAN)	CAN-3	IIIsw	3	3	D	255,7	ES0207
CANCHA ALEGRE(CAN)	CAN-4	IVs	3	5	D	205,2	ES0207
MISCELANEO CERRO (CE)	CE	VIIe	6	6	E	670,9	ES0207
CAUQUENES (CQ)	CQ	VI	6	5	E	3.788,6	ES0507
EL BOLDO (EBO)	EBO-1	IIIs	2	5	B	163,2	ES0207
LAS GARZAS(GZA)	GZA-2	IIIw	2	3	D	69,7	ES0207
LAS GARZAS(GZA)	GZA-3	IIIw	2	3	D	145,9	ES0207
MAULE (MLE)	MLE-3	IIIs	4	5	C	603,4	ES0207
MAULE (MLE)	MLE-6	VIs	6	5	E	876,6	ES0207
MISCELANEO RÍO (MR)	MR	VIIs	6	6	E	39,3	ES0207
MAUEL (MU)	MU	III	3	4	C	1.439,0	ES0507
POCILLAS (POC)	POC-4	IIIs	3	5	C	421,3	ES0207
POCILLAS (POC)	POC-6	IIIs	3	5	C	518,6	ES0207
PERQUILAUQUEN (PQ)	PQ	I	1	5	A	2.356,3	ES0507
QUIPATO (QP)	QP	VI	6	2	E	3.164,7	ES0507
QUELLA (QUL)	QUL-3	IVw	3	3	E	1.737,1	ES0207
QUELLA (QUL)	QUL-7	IVw	4	3	E	81,0	ES0207
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	1.278,3	ES0507
SAN LORENZO (SLR)	SLR-2	IIIs	3	5	C	69,7	ES0207
COMPLEJOS TERRAZAS (T)	T3	IIIs	3	5	C	629,2	ES0207
TOTAL						**18.513,8**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-86 a 5.6.2-88 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-86
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
I	2.356,3
III	1.439,0
IIIs	2.405,4
IIIsw	255,7
IIIw	215,6
IVs	205,2
IVw	1.818,1
VI	6.953,4
VIs	876,6
VIIe	670,9
VIIs	1.317,6
Total general	**18.513,8**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-87
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
2	3.164,7
3	2.289,4
4	1.439,0
5	9.632,1
6	1.988,5
Total general	**18.513,8**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-88
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
A	2.356,3
B	163,2
C	3.681,2
D	676,5
E	11.636,5
Total general	**18.513,8**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.23 Subcuenca Nº23: Cauquenes Huedque

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 99.796 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-89 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Cauquenes Huedque, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-89
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
SAN CARLOS (CA)	CA	III	3	4	D	73,8	ES0507
CANCHA ALEGRE (CAN)	CAN-3	IIIsw	3	3	D	2.679,9	ES0207
CANCHA ALEGRE (CAN)	CAN-4	IVs	3	5	D	3.706,1	ES0207
CANCHA ALEGRE (CAN)	CAN-5	IVs	4	5	D	2.151,7	ES0207
CANCHA ALEGRE (CAN)	CAN-6	IVs	4	5	D	1.579,3	ES0207
CANCHA ALEGRE (CAN)	CAN-8	IVs	4	6	D	896,4	ES0207
CANCHA ALEGRE (CAN)	CAN-9	VIs	6	5	E	2.034,4	ES0207
MISCELANEO CERRO (CE)	CE	VIIe	6	6	E	2.796,4	ES0207
CAUQUENES (CQ)	CQ	VI	6	5	E	2.014,8	ES0507
CAUQUENES (CQN)	CQN-1	IVs	4	5	D	285,2	ES0207
CAUQUENES (CQN)	CQN-3	IVse	6	5	D	500,1	ES0207
CAUQUENES (CQN)	CQN-4	IVse	6	5	E	641,9	ES0207
El Boldo (EBO)	EBO-2	IIIw	3	2	D	4.473,3	ES0207
El Boldo (EBO)	EBO-4	IVw	4	1	E	42,2	ES0207
LAS GARZAS (GZA)	GZA-2	IIIw	2	3	D	739,8	ES0207
LAS GARZAS (GZA)	GZA-4	IVw	4	3	E	895,0	ES0207
LAS GARZAS (GZA)	GZA-6	IVw	4	2	E	2.242,8	ES0207
MAULE (MLE)	MLE-1	IIIs	3	5	C	8.127,9	ES0507
MAULE (MLE)	MLE-1	IIIs	3	5	C	202,4	ES0207
MAULE (MLE)	MLE-4	IVs	4	5	D	651,1	ES0207
MAULE (MLE)	MLE-5	IVse	4	5	D	141,1	ES0207
MAULE (MU)	MU	IV	4s	4	D	4.332,5	ES0507
SUELO DE PIEDMONT (P)	P	VI	6	5	E	790,3	ES0507
POCILLAS (PO)	PO	VI	6	5	E	11.908,6	ES0507
POCILLAS (POC)	POC-10	IVw	4	3	E	57,6	ES0207
POCILLAS (POC)	POC-11	VIs	6	5	E	924,1	ES0207
POCILLAS (POC)	POC-4	IIIs	3	5	C	268,1	ES0207
POCILLAS (POC)	POC-6	IIIs	3	5	C	785,1	ES0207
POCILLAS (POC)	POC-8	IVs	4	5	D	1.360,1	ES0207
QUIPATO (QP)	QP	VI	6	2	E	1.013,0	ES0507
QUELLA (QUL)	QUL-4	IVw	3	3	E	1.235,5	ES0207
QUIPATO (QUP)	QUP-1	IIIw	2	3	D	1.457,5	ES0207
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	1.648,3	ES0507
SIN INFORMACION	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	2.520,7	ES0507
COMPLEJOS TERRAZAS (T)	T8	VIs	6	5	E	369,0	ES0207
CAUQUENES (CQ)	CQ	IV	3	5	D	3.418,1	ES0808
SAN ESTEBAN (ET)	ET	VII	6	5	E	153,7	ES0808
CONSTITUCIÓN (KT)	KT	VI	6	5	E	13.587,3	ES0808
SUELOS DE PIEDMONT (P)	P	VI	6	5	E	555,7	ES0808
POCILLAS (PO)	PO	IV	4	5	C	12.078,2	ES0808
TERRENOS PEDREGOSOS	R	VIIe	6	5	E	4.457,0	ES0808
TOTAL						**99.795,9**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-90 a 5.6.2-92 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-90
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
III	73,8
IIIs	9.383,5
IIIsw	2.679,9
IIIw	6.670,6
IV	19.828,8
IVs	10.629,9
IVse	1.283,0
IVw	4.473,0
VI	29.869,7
VIs	3.327,5
VII	153,7
VIIe	7.253,4
VIIs	1.648,3
S/I	2.520,7
Total general	**99.795,9**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-91
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
1	42,2
2	7.729,1
3	7.065,4
4	4.406,3
5	72.691,2
6	5.341,1
S/I	2.520,7
Total general	**99.795,9**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-92
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
C	21.461,7
D	28.446,0
E	47.367,5
S/I	2.520,7
Total general	**99.795,9**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.24 Subcuenca Nº24: Curanipe

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 19.424 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-93 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Curanipe, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-93
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CURANIPE (CPE)	CPE	IV	4t	5	E	4.426,3	ES0507
DUNA (DU)	DU	VII	6	6	E	879,5	ES0507
CHANCO (KS)	KS	II	2	5	D	883,1	ES0507
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	11.565,4	ES0507
NO RECONOCIDO (NR)	NR	S/I	S/I	S/I	S/I	192,2	ES0507
MISCELANEOS TERRENOS PEDREGOSOS (R)	R	VIIs	6	6	E	545,8	ES0507
ESCARPE O ACANTILADO (V)	V	VII	6	6	E	932,1	ES0507
TOTAL						**19.424,4**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-94 a 5.6.2-96 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-94
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
II	883,1
IV	4.426,3
VI	11.565,4
VII	1.811,6
VIIs	545,8
S/I	192,2
Total general	**19.424,4**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-95
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud Drenaje	Total
5	16.874,8
6	2.357,4
S/I	192,2
Total general	**19.424,4**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-96
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
D	883,1
E	18.349,1
S/I	192,2
Total general	**19.424,4**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.25 Subcuenca Nº25: Costeras al Sur de Curanipe

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total que se incluye en ellos alcanzó en esta cuenca a 30.713 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-97 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Costeras al Sur de Curanipe, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-97
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
CHANCO (KS)	KS	II	2	5	D	789,1	ES0507
COBQUECURA (KQ)	KQ	III	3	4	D	901,2	ES0808
CURANIPE	CPE	IV	4t	5	E	3.556,6	ES0507
SUELO RECIENTE (R)	R	IV	4s	5	E	600,8	ES0507
CONSTITUCION (KT)	KT	VI	6	5	E	21.775,5	ES0507
DUNA (DU)	DU	VII	6	6	E	603,0	ES0507
ESCARPE O ACANTILADO (V)	V	VII	6	6	E	2.487,2	ES0507
TOTAL						**30.713,4**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-98 a 5.6.2-100 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-98
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad de Uso	Total
II	789,1
III	901,2
IV	4.157,4
VI	21.775,5
VII	3.090,1
Total general	**30.713,4**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-99
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud de Drenaje	Total
4	901,2
5	26.722,0
6	3.090,1
Total general	**30.713,4**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-100
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
D	1.690,3
E	29.023,0
Total general	**30.713,4**

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2.26 Subcuenca Nº26: Vaquería

Utilizando la información gráfica en formato ARC-VIEW se procedió a medir las superficies de cada unidad de clasificación agrológica.

El área total de esta cuenca es de a 10.941 hectáreas. En la Tabla 5.6.2-101 se presenta un resumen de la totalidad de los suelos presentes al interior de cuenca denominada Vaquería, en donde se incluyen aquellos con potencial cultivable, así como también los sin potencial agropecuario.

Tabla 5.6.2-101
Superficie por Series de Suelos y Variables Agrológicas (ha)

Serie	Variación	Capacidad Uso	Clase de Riego	Aptitud Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie	Codigo Estudio
PATAGUILLA (PTG)	PTG-2	IIs	2	5	B	291,2	ES0207
POCILLAS (POC)	POC-3	IIIs	2	5	C	478,4	ES0207
POCILLAS (POC)	POC-4	IIIs	3	5	C	789,1	ES0207
POCILLAS (POC)	POC-6	IIIs	3	5	C	419,8	ES0207
SAN LORENZO (SLR)	SLR-1	IIIs	3	5	C	531,1	ES0207
POCILLAS (POC)	POC-8	IVs	4	5	D	815,2	ES0207
SUELO RECIENTE (R)	R	IVs	4	5	E	56,1	ES0507
POCILLAS (POC)	POC-10	IVw	4	3	E	324,5	ES0207
QUELLA (QUL)	QUL-4	IVw	3	3	E	2.791,6	ES0207
GARZAS (GZ)	GZ	IVw	3	4	E	963,9	ES0507
GARZAS + QUIPATO + SUELO RECIENTE (GZ+QP+R)	GZ+QP+R	IVw	3	4	E	845,7	ES0507
POCILLAS (POC)	POC-11	VIs	6	5	E	139,0	ES0207
POCILLAS (PO)	PO	VI	6	5	E	676,1	ES0507
SUELO DE PIEDMONT (P)	P	VI	6	5	E	424,3	ES0507
QUIPATO (QP)	QP	VI	6	2	E	148,1	ES0507
CERROS (CE)	CE	VII	6	6	E	1.246,8	ES0307
TOTAL						**10.940,9**	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe destacar que se procedió a determinar la superficie por series de suelo, para los parámetros agrológicos de Capacidad de Uso, Aptitud de Drenaje y Aptitud Frutal, de acuerdo a la distribución de los suelos existente al interior del total del área de influencia.

De esta forma en las Tablas 5.6.2-102 a 5.6.2-104 se presenta la superficie correspondiente para cada una de las variables señaladas.

Tabla 5.6.2-102
Superficies de Suelos por Clases de Capacidad de Uso (ha)

Capacidad Uso	Total
IIs	291,2
IIIs	2.218,4
IVs	871,3
IVw	4.925,7
VIs	139,0
VI	1,248,5
VII	1.246,8
Total general	**10.940,9**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-103
Superficies de Suelos por Aptitud de Drenaje (ha)

Aptitud de Drenaje	Total
2	148,1
3	3.116,1
4	1.809,6
5	4.620,3
6	1.246,8
Total general	**10.940,9**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.6.2-104
Superficies de Suelos por Aptitud Frutal (ha)

Aptitud Frutal	Total
B	291,2
C	2.218,4
D	815,2
E	7.616,1
Total general	**10.940,9**

Fuente: Elaboración propia.

5.7 Calidad de Aguas

Con el objeto de caracterizar la calidad Físico-Química del agua superficial y subterránea de la zona de estudio, se recopiló la información contenida en el documento “Diagnóstico de Recursos Hídricos en Secano Interior y Costero VI a VIII Regiones” del año 2003.

En dicho estudio se presentó información de diversos parámetros para varios puntos distribuidos en el secano costero de la región del Maule. Los parámetros incluidos en este trabajo fueron: pH, Conductividad Eléctrica (C.E.), Arsénico (As), Boro (B), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Nitrito (NO_2), Nitrato (NO_3), Fosfato (PO_4), RAS, Sodio (Na), Coliformes Totales y Fecales.

Además de esta información, se contó con datos obtenidos de un estudio que está desarrollando este consultor para la DGA en la cuenca del río Cauquenes, denominado “Modelación Hidrogeológica de la Cuenca del Río Cauquenes, Región del Maule”.

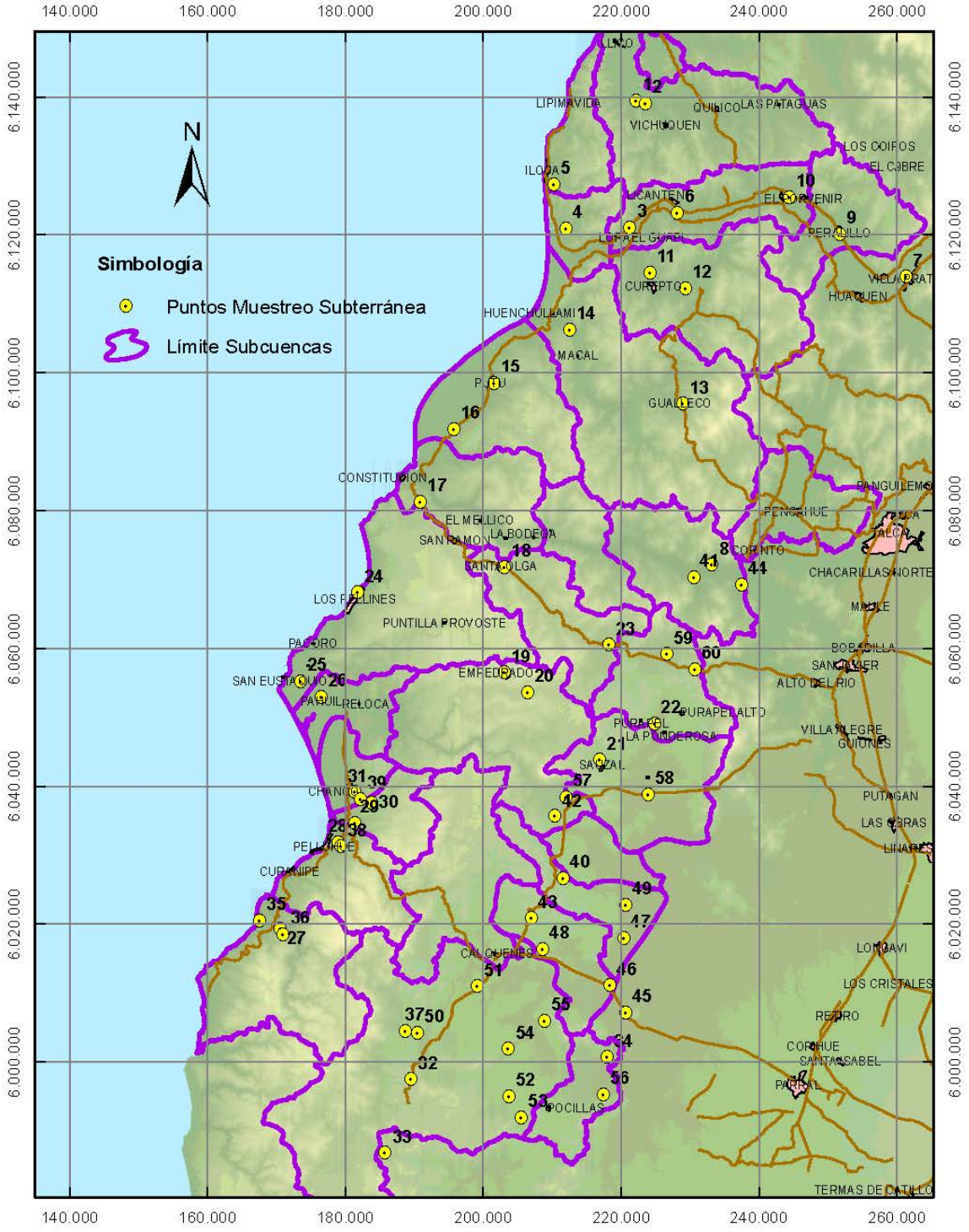
Por otro lado, durante el desarrollo del presente trabajo, se realizó una campaña de terreno, con el objeto de medir algunos parámetros Físico-Químicos, tanto en cauces naturales, como de agua extraída de captaciones subterráneas.

En ambos estudios en ejecución, la información de calidad que se tiene corresponde a pH, C.E., Temperatura y Oxígeno Disuelto (O.D.).

En las Figuras 5.7-1 y 5.7-2 se muestran los puntos de muestreo subterráneo y superficial respectivamente, medidos durante el presente año.

A continuación se consigna toda la información de calidad recabada para cada una de las cuencas en estudio separadas las aguas superficiales de las subterráneas.

Figura 5.7-1
Puntos de Muestreo de Calidad Subterránea



Datum WGS 84 Huso 19 S
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.7-2
Puntos de Muestreo de Calidad Superficial



Datum WGS 84 Huso 19 S.
Fuente: Elaboración propia

5.7.1 Subcuenca Nº1: Costera entre Límite Regional y Río Mataquito

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 1 punto y del agua superficial en 1 punto en el cauce del estero Iloca. En las Tablas 5.7-1 y 5.7-2 se presentan los resultados de los análisis efectuados.

Tabla 5.7-1
Calidad del Agua Subterránea – Costera entre Límite Regional y Río Mataquito

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
5	Noria en Iloca	6.128.236	758.085	27-09-2013	13:05	7,01	12,9	359,0	6,38

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-2
Calidad del Agua Superficial – Costera entre Límite Regional y Río Mataquito

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
5	Estero Iloca	6.128.422	758.096	27-09-2013	12:24	7,79	9,8	207,8	11,27

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

5.7.2 Subcuenca Nº2: Vichuquén

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 2 puntos, y del agua superficial en 2 puntos en cauce naturales. En las Tablas 5.7-3 y 5.7-4 se presentan los resultados de los análisis efectuados.

Tabla 5.7-3
Calidad del Agua Subterránea – Lago Vichuquén

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
1	Noria en Aquelarre	6.139.663	770.689	26-09-2013	14:32	6,42	15,4	259,0	7,65
2	Noria en Alto del Puerto	6.139.239	772.050	26-09-2013	16:00	6,53	16,3	450,0	6,97

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-4
Calidad del Agua Superficial – Lago Vichuquén

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
1	Estero Los Maquis	6.138.392	769.660	26-09-2013	13:48	7,17	10,9	161,7	9,72
2	Estero Vichuquén	6.138.800	773.272	26-09-2013	16:30	7,56	13,3	123,2	10,54

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

5.7.3 Subcuenca Nº3: Mataquito Costa

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 1 punto y del agua superficial en 2 puntos en cauces naturales, uno de los cuales corresponde al estudio del año 2003, con información de calidad del río Mataquito. En las Tablas 5.7-5 y 5.7-6 se presentan los resultados de los análisis efectuados, y en la Tabla 5.7-7 se consigna la información del estudio del año 2003.

Tabla 5.7-5
Calidad del Agua Subterránea – Mataquito Costa

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
4	Noria en Los Cuervos	6.121.800	759.442	29-09-2013	17:00	5,96	14,8	374,0	4,69

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-6
Calidad del Agua Superficial – Mataquito Costa

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
4	Estero Los Cuervos	6.119.210	758.679	27-09-2013	10:30	7,62	11,3	164,6	9,58

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-7
Calidad del Agua Superficial 2003 – Mataquito Costa

Descripción	COORDENADA		Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	As (mg/l)	B (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	NO_2 (mg/l)	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)	RAS	Na (%)	Coliformes (NMP/100 ml)	
	Norte (m)	Este (m)													Tot.	Fec.
Mataquito en Desembocadura	6.118.719	210.698	06-12-1984	6,75	87	s/i	s/i	0,00	0,40	0,012	2,500	s/i	0,49	29,97	s/i	s/i

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 19 S.
C. E.: Conductividad eléctrica - RAS: Relación de Absorción de Sodio
Fuente: Elaboración propia.

5.7.4 Subcuenca Nº4: Mataquito - Hualañé - Licantén

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 9 puntos, de los cuales 6 corresponde a datos del estudio del 2003; y del agua superficial en 6 puntos en cauces naturales, 3 de los cuales corresponde al estudio de ese año. En las Tablas 5.7-8 y 5.7-9 se presentan los resultados de los análisis efectuados este año, y en la Tabla 5.7-10 se consigna la información del estudio del año 2003.

Tabla 5.7-8
Calidad del Agua Subterránea – Mataquito Hualañé - Licantén

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
3	Pozo en Lora	6.121.314	768.749	27-09-2013	8:37	7,25	15,6	498,0	8,68
6	Pozo en Licantén	6.123.045	775.781	27-09-2013	15:00	7,14	17,1	357,0	3,92
10	Pozo en Hualañé	6.124.330	792.040	01-10-2013	11:59	6,75	17,1	440,0	4,78

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-9
Calidad del Agua Superficial – Mataquito Hualañé - Licantén

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
3	Río Mataquito frente Lora	6.120.633	769.015	27-09-2013	9:20	7,91	12,0	322,0	10,85
6	Río Mataquito en Licantén	6.122.325	775.738	27-09-2013	15:39	9,04	16,0	280,0	12,27
10	Estero La Higuera	6.125.960	789.197	01-10-2013	12:50	7,01	15,8	188,6	9,80

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-10
Calidad del Agua 2003 – Mataquito Hualañé - Licantén

Descripción	COORDENADA		Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	As (mg/l)	B (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	NO_2 (mg/l)	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)	RAS	Na (%)	Coliformes (NMP/100 ml)	
	Norte (m)	Este (m)													Tot.	Fec.
Mataquito en Licantén	6.124.575	227.200	25-03-1994	8,15	284	0,006	0,02	0,01	0,05	s/i	**14,200**	1,130	0,78	27,22	s/i	s/i
Mataquito en Hualañé	6.125.700	243.200	26-12-1984	7,15	119	s/i	s/i	0,00	0,30	s/i	0,404	0,036	0,60	31,26	s/i	s/i
Mataquito en Lautaro	6.118.533	220.355	23-07-1993	7,25	174	0,005	0,18	0,01	0,57	s/i	0,714	0,447	0,65	30,35	s/i	s/i
Pozo Licantén DOS 705	6.124.683	228.125	s/i	7,29	s/i	s/i	s/i	<0,1	0,87	0,040	0,100	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Pozo Licantén DOS 617	6.125.023	227.960	s/i	7,00	s/i	<0,1	s/i	<0,1	**20,00**	0,002	1,800	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Pozo Hualañé DOS 738	6.126.528	244.688	s/i	6,90	s/i	<0,1	s/i	<0,1	0,10	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Pozo Hualañé DOS 618	6.125.966	245.225	s/i	7,65	s/i	s/i	s/i	<0,1	0,25	0,034	0,400	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Pozo Planta A.P	6.125.550	227.000	16-10-1995	7,55	s/i	0,005	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Pozo A.P. Hualañé	6.125.800	244.400	16-10-1995	6,82	s/i	0,005	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 19 S.
C. E.: Conductividad eléctrica - RAS: Relación de Absorción de Sodio
Fuente: Elaboración propia.

5.7.5 Subcuenca Nº5: Mataquito Peralillo

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 1 punto y del agua superficial en 1 punto en el cauce del estero Peralillo. En las Tablas 5.7-11 y 5.7-12 se presentan los resultados de los análisis efectuados este año.

Tabla 5.7-11
Calidad del Agua Subterránea – Mataquito Peralillo

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
9	Noria en Peralillo	6.118.625	799.113	01-10-2013	10:19	7,11	17,1	870,0	8,28

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-12
Calidad del Agua Superficial – Mataquito Peralillo

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
9	Estero Peralillo	6.119.068	799.184	01-10-2013	10:40	7,74	13,8	246,0	9,73

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

5.7.6 Subcuenca Nº6: Curepto

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 2 puntos y del agua superficial en 2 puntos en cauces naturales. En las Tablas 5.7-13 y 5.7-14 se presentan los resultados de los análisis efectuados.

Tabla 5.7-13
Calidad del Agua Subterránea – Curepto

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
11	Pozo El Rodeo (Curepto)	6.114.662	771.230	01-10-2013	16:20	6,95	17,2	618,0	2,04
12	Noria APR Placilla	6.112.027	776.261	01-10-2013	17:40	6,64	16,4	368,0	1,93

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-14
Calidad del Agua Superficial – Curepto

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
11	Estero Huelón	6.113.654	768.615	01-10-2013	15:20	7,87	17,4	125,3	11,24
12	Estero Rapilermo en Placilla	6.112.335	776.140	01-10-2013	17:21	7,92	18,4	184,5	10,35

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

5.7.7 Subcuenca Nº7: Huenchullamí

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 3 puntos, uno de los cuales corresponde a información del estudio del año 2003; y del agua superficial en 2 puntos en cauces naturales. En las Tablas 5.7-15 y 5.7-16 se presentan los resultados de los análisis efectuados este año, y en la Tabla 5.7-17 se consigna la información del estudio del año 2003.

Tabla 5.7-15
Calidad del Agua Subterránea – Huenchullamí

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
13	Noria en Gualleco	6.095.360	774.803	01-10-2013	18:50	6,83	16,9	728,0	6,83
14	Puntera en Peralillo	6.107.086	759.125	02-10-2013	13:50	6,05	14,9	149,4	2,96

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-16
Calidad del Agua Superficial – Huenchullamí

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
13	Estero Gualleco	6.095.419	774.974	01-10-2013	19:06	7,65	15,1	183,8	10,39
14	Estero Huenchullamí en Macal	6.102.930	760.450	02-10-2013	13:00	7,74	16,9	119,0	10,35

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-17
Calidad del Agua Subterránea 2003 – Huenchullamí

Descripción	COORDENADA		Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	As (mg/l)	B (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	NO_2 (mg/l)	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)	RAS	Na (%)	Coliformes (NMP/100 ml)	
	Norte (m)	Este (m)													Tot.	Fec.
Pozo Coipué	6.094.821	219.745	10-09-1997	6,93	287	0,005	s/i	0,01	17,77	0,006	0,300	s/i	s/i	s/i	240	10

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 19 S.
C. E.: Conductividad eléctrica - RAS: Relación de Absorción de Sodio
Fuente: Elaboración propia.

5.7.8 Subcuenca Nº8: Putú

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 4 puntos, 2 de los cuales corresponde a información del estudio del año 2003; y del agua superficial en 2 puntos en cauces naturales. En las Tablas 5.7-18 y 5.7-19 se presentan los resultados de los análisis efectuados este año, y en la Tabla 5.7-20 se consigna la información del estudio del año 2003.

Tabla 5.7-18
Calidad del Agua Subterránea – Putú

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
15	Puntera en Putú	6.100.019	747.686	02-10-2013	17:24	6,96	18,6	395,0	8,85
16	Puntera en Junquillar	6.093.659	741.493	02-10-2013	19:20	6,62	14,2	315,0	1,89

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-19
Calidad del Agua Superficial – Putú

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
15	Estero Putú	6.100.146	748.700	02-10-2013	16:46	7,02	14,2	101,6	9,97
16	Estero Junquillar	6.092.584	740.779	02-10-2013	18:20	7,18	12,8	86,0	11,37

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-20
Calidad del Agua Subterránea 2003 – Putú

Descripción	COORDENADA		Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	As (mg/l)	B (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	NO_2 (mg/l)	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)	RAS	Na (%)	Coliformes (NMP/100 ml)	
	Norte (m)	Este (m)													Tot.	Fec.
Pozo Quebrada Honda	6.096.950	199.882	09-05-1995	6,78	s/i	0,005	s/i	s/i	s/i	0,010	0,240	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
Pozo Las Raíces - Estanque Centinela	6.096.750	199.644	09-05-1995	6,98	s/i	0,005	s/i	s/i	s/i	0,010	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 19 S.
C. E.: Conductividad eléctrica - RAS: Relación de Absorción de Sodio
Fuente: Elaboración propia.

5.7.9 Subcuenca Nº9: Constitución

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 1 punto; y del agua superficial en 2 puntos en cauces naturales, de los cuales 1 corresponde a información del estudio del año 2003. En las Tablas 5.7-21 y 5.7-22 se presentan los resultados de los análisis efectuados este año, y en la Tabla 5.7-23 se consigna la información del estudio del año 2003.

Tabla 5.7-21
Calidad del Agua Subterránea – Constitución

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
17	Noria en Constitución	6.083.422	736.038	03-10-2013	10:00	5,57	16,5	152,1	6,82

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-22
Calidad del Agua Superficial – Constitución

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
17	Río Maule en Constitución	6.086.426	737.053	03-10-2013	10:20	8,18	13,4	339,0	10,51

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-23
Calidad del Agua Superficial 2003 – Constitución

Descripción	COORDENADA		Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	As (mg/l)	B (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	NO_2 (mg/l)	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)	RAS	Na (%)	Coliformes (NMP/100 ml)	
	Norte (m)	Este (m)													Tot.	Fec.
Maule En El Forel	6.077.251	208.621	15-12-1994	7,45	210	0,002	0,01	0,01	0,20	0,061	0,062	s/i	0,61	31,56	s/i	s/i

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 19 S.
C. E.: Conductividad eléctrica - RAS: Relación de Absorción de Sodio
Fuente: Elaboración propia.

5.7.10 Subcuenca Nº11: Maule Curtiduría

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 3 puntos, de los cuales 2 corresponde a muestras tomadas para el estudio de la DGA; y del agua superficial en 1 punto en cauce natural. En las Tablas 5.7-24 y 5.7-25 se presentan los resultados de los análisis efectuados este año.

Tabla 5.7-24
Calidad del Agua Subterránea – Maule Curtiduría

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
8	Pozo en Curtiduría	6.071.795	777.706	30-09-2013	15:40	7,37	18,9	196,3	8,09
41	Pozo en Los Maquis	6.070.172	774.977	10-09-2013	11:00	6,89	16,3	233,0	3,27
44	Noria en El Valle	6.068.691	781.808	23-09-2013	16:30	6,86	17,7	296,0	1,44

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-25
Calidad del Agua Superficial – Maule Curtiduría

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
8	Río Maule frente Curtiduría	6.071.278	778.422	30-09-2013	14:40	8,84	17,0	142,1	11,71

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

5.7.11 Subcuenca Nº12: Pinotalca

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 3 puntos, de los cuales 1 corresponde a datos del año 2003; y del agua superficial en 4 puntos en cauces naturales, de los cuales 2 corresponden a información del estudio del año 2003. En las Tablas 5.7-26 y 5.7-27 se presentan los resultados de los análisis efectuados este año, y en la Tabla 5.7-28 se consigna la información del estudio del año 2003.

Tabla 5.7-26
Calidad del Agua Subterránea – Pinotalca

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
24	Noria en Pellines Alto	6.070.905	726.069	04-10-2013	15:08	7,95	18,7	897,0	7,10
25	Pozo APR Loanco	6.058.540	717.040	04-10-2013	17:00	6,82	16,6	273,0	5,65

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-27
Calidad del Agua Superficial – Pinotalca

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
24	Estero Los Pellines	6.071.272	726.371	04-10-2013	14:26	7,53	16,9	107,0	9,79
25	Río Pinotalca en Loanco	6.061.347	717.314	04-10-2013	15:45	7,43	16,2	80,0	10,59

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-28
Calidad del Agua 2003 – Pinotalca

Descripción	COORDENADA		Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	As (mg/l)	B (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	NO_2 (mg/l)	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)	RAS	Na (%)	Coliformes (NMP/100 ml)	
	Norte (m)	Este (m)													Tot.	Fec.
Pozo Loanco	6.056.570	172.838	11-08-1995	7,08	728	0,005	s/i	0,01	0,03	0,010	s/i	s/i	s/i	s/i	2	2
Est. Pinotalca	6.057.907	178.199	11-08-1995	5,66	69	0,005	s/i	0,01	0,30	0,010	0,130	s/i	s/i	s/i	79	22
Reloca	6.053.007	173.217	11-08-1995	5,93	112	0,005	s/i	0,01	2,40	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	79	49

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 19 S.
C. E.: Conductividad eléctrica - RAS: Relación de Absorción de Sodio
Fuente: Elaboración propia.

5.7.12 Subcuenca Nº13: Purapel Alto

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 2 puntos y del agua superficial en 2 puntos en cauces naturales. En las Tablas 5.7-29 y 5.7-30 se presentan los resultados de los análisis efectuados este año.

Tabla 5.7-29
Calidad del Agua Subterránea – Purapel Alto

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
18	Noria en cruce Empedrado	6.073.317	747.626	03-10-2013	11:50	5,62	14,1	68,8	5,86
23	Noria en Nirivilo	6.061.101	761.985	04-09-2013	12:30	5,60	14,6	80,1	5,49

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-30
Calidad del Agua Superficial – Purapel Alto

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
18	Estero El Toro en cruce Empedrado	6.072.975	748.032	03-10-2013	12:15	7,14	11,7	52,2	10,14
23	Río Purapel en Nirivilo	6.060.683	761.983	04-10-2013	11:33	7,48	14,2	80,4	9,92

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

5.7.13 Subcuenca Nº14: Purapel Medio

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 3 puntos, de los cuales 2 corresponden a datos del estudio de la DGA; y del agua superficial en 4 puntos en cauces naturales, de los cuales 2 corresponden a información del estudio del año 2003. En las Tablas 5.7-31 y 5.7-32 se presentan los resultados de los análisis efectuados este año, y en la Tabla 5.7-33 se consigna la información del estudio del año 2003.

Tabla 5.7-31
Calidad del Agua Subterránea –Purapel Medio

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
22	Pozo en Purapel	6.049.325	767.906	24-09-2013	13:25	7,03	19,1	389,0	1,27
59	Noria	6.059.247	770.277	04-09-2013	11:15	6,89	14,1	1039,0	6,64
60	Noria	6.056.805	774.281	04-09-2013	14:40	7,64	13,4	188,9	9,21

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-32
Calidad del Agua Superficial – Purapel Medio

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
21	Río Purapel en Purapel	6.054.072	770.189	03-10-2013	16:55	7,61	20,4	98,7	9,24
22	Estero Ranchillos	6.052.502	772.070	03-10-2013	17:30	7,63	22,8	131,4	9,98

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-33
Calidad del Agua Superficial 2003 – Purapel Medio

Descripción	COORDENADA		Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	As (mg/l)	B (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	NO_2 (mg/l)	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)	RAS	Na (%)	Coliformes (NMP/100 ml)	
	Norte (m)	Este (m)													Tot.	Fec.
Purapel En Sauzal	6.054.379	226.876	16-12-1994	7,55	105	0,001	0,01	0,01	0,10	0,043	0,096	s/i	0,93	45,86	s/i	s/i
Planta A.P La Pitigua-Purapel	6.059.599	225.142	01-02-1973	7,50	87	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	1,340	s/i	0,42	22,22	s/i	s/i

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 19 S.
C. E.: Conductividad eléctrica - RAS: Relación de Absorción de Sodio
Fuente: Elaboración propia.

5.7.14 Subcuenca Nº15: Purapel Bajo

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 2 puntos, uno de los que corresponde a información del estudio de la DGA, y del agua

superficial en 1 punto en un cauce natural. En las Tablas 5.7-34 y 5.7-35 se presentan los resultados de los análisis efectuados.

Tabla 5.7-34
Calidad del Agua Subterránea – Purapel Bajo

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
21	Noria en Sauzal	6.044.520	759.712	03-09-2013	17:10	6,04	15,1	203,3	7,89
58	Noria	6.039.092	766.394	03-09-2013	18:15	7,49	16,6	312,0	7,42

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-35
Calidad del Agua Superficial – Purapel Bajo

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
20	Estero El Sauzal	6.044.825	760.017	03-10-2013	15:44	8,10	20,4	234,0	10,56

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

5.7.15 Subcuenca Nº16: Empedrado

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 4 puntos, uno de los que corresponde a información del estudio de la DGA, y del agua superficial en 1 punto en un cauce natural. En las Tablas 5.7-36 y 5.7-37 se presentan los resultados de los análisis efectuados.

Tabla 5.7-36
Calidad del Agua Subterránea – Empedrado

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
19	Pozo en Empedrado	6.058.028	746.646	03-10-2013	14:20	5,84	16,7	332,0	5,51
20	Noria en estero El Carrizo	6.054.941	749.846	14-09-2013	11:00	7,00	14,7	205,7	5,71
42	Pozo Fundo La Estrella	6.036.799	752.760	13-09-2013	11:40	6,68	14,0	522,0	5,79
57	Noria	6.039.405	754.459	03-09-2013	16:00	7,25	13,7	183,2	8,70

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-37
Calidad del Agua Superficial – Empedrado

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
19	Estero El Carrizo	6.055.148	749.173	03-10-2013	15:00	7,43	15,3	81,1	10,64

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

5.7.16 Subcuenca Nº17: Reloca

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 1 punto y del agua superficial en 2 puntos en cauces naturales. En las Tablas 5.7-38 y 5.7-39 se presentan los resultados de los análisis efectuados.

Tabla 5.7-38
Calidad del Agua Subterránea – Reloca

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
26	Pozo APR Pahuil	6.056.098	719.897	04-10-2013	17:30	6,97	16,3	410,0	8,71

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-39
Calidad del Agua Superficial – Reloca

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
26	Río Reloca	6.054.329	720.770	04-10-2013	18:00	7,90	16,0	171,1	11,10
27	Estero Santa Rosa	6.052.821	727.579	04-10-2013	18:48	7,98	18,5	326,0	7,91

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

5.7.17 Subcuenca Nº18: Chanco

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 2 puntos y del agua superficial en 1 punto en un cauce natural. En las Tablas 5.7-40 y 5.7-41 se presentan los resultados de los análisis efectuados.

Tabla 5.7-40
Calidad del Agua Subterránea – Chanco

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
31	Noria en Chanco	6.042.069	723.936	05-10-2013	15:50	6,83	15,5	215,9	4,61
39	Pozo en Chanco	6.040.992	724.689	11-09-2013	10:00	6,89	15,7	182,4	5,10

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-41
Calidad del Agua Superficial – Chanco

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
33	Estero El Molino aguas arriba de Chanco	6.042.276	724.636	05-10-2013	15:23	7,70	12,3	190,4	10,14

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

5.7.18 Subcuenca Nº19: Rahue

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 2 puntos, y del agua superficial en 3 puntos en cauces naturales, de los cuales uno corresponde a información del estudio del año 2003. En las Tablas 5.7-42 y 5.7-43 se presentan los resultados de los análisis efectuados este año, y en la Tabla 5.7-44 se consigna la información del estudio del año 2003.

Tabla 5.7-42
Calidad del Agua Subterránea –Rahue

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
29	Noria en Polhuin	6.037.623	723.638	05-10-2013	13:15	7,54	15,8	122,4	6,90
30	Noria en Lircay	6.040.295	726.348	05-10-2013	14:35	6,64	15,1	560,0	3,62

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-43
Calidad del Agua Superficial – Rahue

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
31	Estero Rahue en Polhuin	6.037.600	723.598	05-10-2013	12:54	7,14	11,8	41,5	10,23
32	Estero Lircay	6.039.968	727.065	05-10-2013	14:15	7,58	16,0	75,6	9,80

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-44
Calidad del Agua Superficial 2003 – Rahue

Descripción	COORDENADA		Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	As (mg/l)	B (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	NO_2 (mg/l)	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)	RAS	Na (%)	Coliformes (NMP/100 ml)	
	Norte (m)	Este (m)													Tot.	Fec.
Polhuin	6.034.605	179.985	11-08-1995	6,67	39	0,005	s/i	0,01	0,40	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	79	79

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 19 S.
C. E.: Conductividad eléctrica - RAS: Relación de Absorción de Sodio
Fuente: Elaboración propia.

5.7.19 Subcuenca Nº20: Belco

En esta cuenca sólo se tiene información de calidad del agua superficial en 2 puntos en cauces naturales, los cuales fueron medidos en el estudio de la DGA. En la Tabla 5.7-45 se presentan los resultados de los análisis efectuados este año.

Tabla 5.7-45
Calidad del Agua Superficial – Belco

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
38	Estero Belco zona cabecera	6.034.896	753.984	20-07-2013	15:30	7,64	9,7	124,7	12,00
39	Estero Belco aguas arriba Río Cauquenes	6.027.089	766.419	22-07-2013	10:28	7,48	3,7	98,4	11,80

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

5.7.20 Subcuenca Nº21: Cauquenes - Arenal

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 3 puntos, de los cuales 2 corresponden a información del estudio de la DGA; y del agua superficial en 3 puntos en cauces naturales, 2 los cuales fueron medidos en el estudio de la DGA y el tercero es del año 2003. En las Tablas 5.7-46 y 5.7-47 se presentan los resultados de los análisis efectuados este año, y en la Tabla 5.7-48 se consigna la información del estudio del año 2003.

Tabla 5.7-46
Calidad del Agua Subterránea – Cauquenes - Arenal

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
40	Noria en Arenal	6.027.716	753.410	12-09-2013	16:58	6,97	14,7	229,0	7,69
47	Pozo	6.018.545	761.653	02-09-2013	12:30	6,54	13,4	424,0	3,12
49	Pozo	6.023.275	762.183	04-09-2013	10:00	7,34	18,1	392,0	2,25

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-47
Calidad del Agua Superficial – Cauquenes - Arenal

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
40	Estero Arenal zona cabecera	6.033.741	749.212	21-07-2013	16:06	7,88	5,9	116,8	11,97
41	Estero Arenal aguas arriba Río Cauquenes	6.022.631	764.474	22-07-2013	12:08	7,64	6,3	96,7	12,93

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-48
Calidad del Agua Superficial 2003 – Cauquenes - Arenal

Descripción	COORDENADA		Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	As (mg/l)	B (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	NO_2 (mg/l)	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)	RAS	Na (%)	Coliformes (NMP/100 ml)	
	Norte (m)	Este (m)													Tot.	Fec.
Cauquenes en Desembocadura	6.020.901	223.816	14-12-1994	8,00	120	0,001	0,01	0,02	0,40	0,097	0,060	s/i	1,01	44,19	s/i	s/i

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 19 S.
C. E.: Conductividad eléctrica - RAS: Relación de Absorción de Sodio
Fuente: Elaboración propia.

5.7.21 Subcuenca Nº22: Cauquenes – Las Garzas

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 5 puntos, de los cuales 2 corresponden a información del estudio de la DGA y 2 del estudio del año 2003; y del agua superficial en 3 puntos en cauces naturales, 2 de los cuales fueron medidos en el estudio de la DGA y el tercero es del año 2003. En las Tablas 5.7-49 y 5.7-50 se presentan los resultados de los análisis efectuados este año, y en la Tabla 5.7-51 se consigna la información del estudio del año 2003.

Tabla 5.7-49
Calidad del Agua Subterránea – Cauquenes – Las Garzas

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
43	Noria Las Garzas	6.022.220	748.413	15-09-2013	16:25	7,04	13,7	232,0	4,64
46	Pozo	6.011.817	759.201	02-09-2013	10:48	7,20	16,3	616,0	6,63
48	Pozo	6.017.612	749.802	02-09-2013	17:15	7,16	17,6	302,0	2,43

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-50
Calidad del Agua Superficial – Cauquenes – Las Garzas

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
42	Estero Las Garzas zona cabecera	6.025.821	744.630	21-07-2013	12:47	7,69	5,6	88,2	12,60
43	Estero Las Garzas aguas arriba Río Cauquenes	6.014.681	757.155	22-07-2013	18:12	7,59	6,8	86,0	12,21

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-51
Calidad del Agua 2003 – Cauquenes - Las Garzas

Descripción	COORDENADA		Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	As (mg/l)	B (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	NO_2 (mg/l)	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)	RAS	Na (%)	Coliformes (NMP/100 ml)	
	Norte (m)	Este (m)													Tot.	Fec.
Pozo Octavio Cortes Julio	6.007.600	216.478	15-01-1999	7,94	468	0,005	s/i	0,01	0,03	s/i	0,490	s/i	0,83	21,72	s/i	s/i
Pozo Carlos Domínguez U.	6.016.750	212.678	15-01-1999	7,84	384	0,005	s/i	0,01	0,29	0,010	5,390	s/i	1,91	46,95	s/i	s/i
Mataquito en Naicura	6.017.910	211.125	19-11-1987	6,95	129	0,016	0,04	0,01	1,28	0,182	0,030	s/i	0,72	33,47	s/i	s/i

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 19 S.
C. E.: Conductividad eléctrica - RAS: Relación de Absorción de Sodio
Fuente: Elaboración propia.

5.7.22 Subcuenca Nº23: Cauquenes – Huedque

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 12 puntos, de los cuales 6 corresponden a información del estudio de la DGA y 4 del estudio del año 2003; y del agua superficial en 3 puntos en cauces naturales, 1 de los cuales corresponde al del año 2003. En las Tablas 5.7-52 y 5.7-53 se presentan los resultados de los análisis efectuados este año, y en la Tabla 5.7-54 se consigna la información del estudio del año 2003.

Tabla 5.7-52
Calidad del Agua Subterránea – Cauquenes – Huedque

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
32	Pozo en La Granja	5.999.968	729.564	05-10-2013	18:00	7,11	21,2	97,7	8,48
37	Noria en Coronel de Maule	6.006.983	729.127	12-09-2013	11:00	6,73	17,7	202,2	9,30
50	Noria	6.006.648	730.891	31-08-2013	11:00	6,37	14,9	59,4	5,76
51	Pozo	6.012.844	739.918	31-08-2013	12:30	7,03	18,5	270,0	2,84
52	Pozo	5.996.600	743.516	31-08-2013	14:50	7,43	16,8	69,8	9,51
53	Noria	5.993.447	745.163	31-08-2013	15:40	7,15	14,3	342,0	2,96
54	Pozo	6.003.525	743.927	31-08-2013	17:40	7,12	15,2	227,0	4,29
55	Pozo	6.007.241	749.367	03-09-2013	9:35	6,97	17,9	269,0	8,80

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-53
Calidad del Agua Superficial – Cauquenes – Huedque

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
34	Estero La Raya	5.996.456	728.936	05-10-2013	18:20	7,80	20,8	82,1	10,22
35	Río San Juan	5.994.939	724.493	05-10-2013	19:40	8,09	18,2	91,8	9,89

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-54
Calidad del Agua 2003 – Cauquenes - Huedque

Descripción	COORDENADA		Fecha	pH	C.E. (µS/cm)	As (mg/l)	B (mg/l)	Cu (mg/l)	Fe (mg/l)	NO_2 (mg/l)	NO_3 (mg/l)	PO_4 (mg/l)	RAS	Na (%)	Coliformes (NMP/100 ml)	
	Norte (m)	Este (m)													Tot.	Fec.
Cauquenes en El Arrayán	6.010.755	195.950	14-12-1994	7,45	100	0,001	0,03	0,01	0,60	0,300	0,126	s/i	0,63	37,00	s/i	s/i

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 19 S.
C. E.: Conductividad eléctrica - RAS: Relación de Absorción de Sodio
Fuente: Elaboración propia.

5.7.23 Subcuenca Nº24: Curanipe

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 2 puntos y del agua superficial en 1 punto en el estero El Manzano. En las Tablas 5.7-55 y 5.7-56 se presentan los resultados de los análisis efectuados.

Tabla 5.7-55
Calidad del Agua Subterránea – Curanipe

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
28	Pozo en El Molino	6.034.958	721.025	05-10-2013	12:20	6,35	17,5	134,5	5,90
38	Pozo en Pelluhue	6.034.291	721.432	14-09-2013	11:30	6,67	16,8	82,7	6,30

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-56
Calidad del Agua Superficial – Curanipe

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
30	Estero El Manzano en El Molino	6.034.121	720.059	05-10-2013	11:55	7,25	12,1	34,6	10,26

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

5.7.24 Subcuenca Nº25: Costeras al Sur de Curanipe

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 3 puntos y del agua superficial en 2 puntos en cauces naturales. En las Tablas 5.7-57 y 5.7-58 se presentan los resultados de los análisis efectuados.

Tabla 5.7-57
Calidad del Agua Subterránea – Costeras al Sur de Curanipe

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
27	Noria Zanja Chovellén Alto	6.022.936	711.902	05-10-2013	10:56	6,35	15,3	87,7	9,26
35	Noria Los Molinos	6.024.254	709.056	07-10-2013	17:05	7,13	15,2	489,0	4,18
36	Noria en Chovellén	6.022.074	712.362	13-09-2013	10:00	5,81	15,5	71,2	9,18

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-58
Calidad del Agua Superficial – Costeras al Sur de Curanipe

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
29	Río Chovellén en El Risco	6.021.705	714.432	05-10-2013	9:30	7,41	11,6	45,0	8,99
37	Estero Los Molinos	6.023.255	708.885	07-10-2013	16:39	7,39	15,5	70,9	10,15

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

5.7.25 Subcuenca Nº26: Vaquería

En esta cuenca se tiene información de calidad del agua subterránea en 2 puntos, uno de los cuales fue medido en el estudio de la DGA, y del agua superficial en 1 punto en el cauce del estero Vaquería. En las Tablas 5.7-59 y 5.7-60 se presentan los resultados de los análisis efectuados.

Tabla 5.7-59
Calidad del Agua Subterránea – Vaquería

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
34	Pozo Virquén Oriente	6.001.433	758.071	07-10-2013	14:30	7,28	20,0	525,0	2,16
56	Pozo	5.996.078	757.213	03-09-2013	11:00	6,06	15,1	58,3	9,18

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.7-60
Calidad del Agua Superficial – Vaquería

Punto	Descripción	COORDENADA		Fecha	Hora	pH	Temp. (ºC)	C.E. (µS/cm)	O.D. (mg/l)
		Norte (m)	Este (m)						
36	Estero Vaquería	6.001.566	758.936	07-10-2013	13:51	7,69	18,5	215,7	8,59

Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 18 S.
Temp.: Temperatura - C. E.: Conductividad eléctrica - O. D.: Oxígeno Disuelto
Fuente: Elaboración propia.

En las Tablas 5.7-61 y 5.7-62 siguientes se presenta un resumen de la información de calidad de aguas subterráneas y superficiales, por subcuenca, respectivamente.

Tabla 5.7-61
Resumen Calidad de Aguas Subterráneas por Subcuenca

Subcuenca	Punto	Descripción	Profundidad	Coordenadas UTM (m)		Cota	Fecha	Hora	pH	Temperatura	Conductividad	Oxígeno Disuelto	Fuente
Nº	Nº		(m)	Norte	Este	(m)				(ºC)	(mS/cm)	(mg/l)	
1	5	Noria en Iloca	4	6.128.236	758.085	20	27-09-2013	13:05	7,01	12,9	359,0	6,38	1
2	1	Noria en Aquelarre	5	6.139.663	770.689	12	26-09-2013	14:32	6,42	15,4	259,0	7,65	1
2	2	Noria en Alto del Puerto	5	6.139.239	772.050	5	26-09-2013	16:00	6,53	16,3	450,0	6,97	1
3	4	Noria en Los Cuervos	4,6	6.121.800	759.442	14	29-09-2013	17:00	5,96	14,8	374,0	4,69	1
4	3	Pozo en Lora	40	6.121.314	768.749	5	27-09-2013	8:37	7,25	15,6	498,0	8,68	1
4	6	Pozo en Licantén	40	6.123.045	775.781	10	27-09-2013	15:00	7,14	17,1	357,0	3,92	1
4	10	Pozo en Hualañé	40	6.124.330	792.040	30	01-10-2013	11:59	6,75	17,1	440,0	4,78	1
5	9	Noria en Peralillo	24	6.118.625	799.113	51	01-10-2013	10:19	7,11	17,1	870,0	8,28	1
6	11	Pozo El Rodeo (Curepto)	45	6.114.662	771.230	15	01-10-2013	16:20	6,95	17,2	618,0	2,04	1
6	12	Noria APR Placilla	5	6.112.027	776.261	7	01-10-2013	17:40	6,64	16,4	368,0	1,93	1
7	13	Noria en Gualleco	7	6.095.360	774.803	70	01-10-2013	18:50	6,83	16,9	728,0	6,83	1
7	14	Puntera en Peralillo	12	6.107.086	759.125	12	02-10-2013	13:50	6,05	14,9	149,4	2,96	1
8	15	Puntera en Putú	6	6.100.019	747.686	20	02-10-2013	17:24	6,96	18,6	395,0	8,85	1
8	16	Puntera en Junquillar	7	6.093.659	741.493	10	02-10-2013	19:20	6,62	14,2	315,0	1,89	1
9	17	Noria en Constitución	20	6.083.422	736.038	243	03-10-2013	10:00	5,57	16,5	152,1	6,82	1
11	8	Pozo en Curtiduría	35	6.071.795	777.706	34	30-09-2013	15:40	7,37	18,9	196,3	8,09	1
11	41	Pozo en Los Maquis	44	6.070.172	774.977	25	10-09-2013	11:00	6,89	16,3	233,0	3,27	1
11	44	Noria en El Valle	10	6.068.691	781.808	43	23-09-2013	16:30	6,86	17,7	296,0	1,44	1
12	24	Noria en Pellines Alto	15	6.070.905	726.069	43	04-10-2013	15:08	7,95	18,7	897,0	7,10	1
12	25	Pozo APR Loanco	33	6.058.540	717.040	46	04-10-2013	17:00	6,82	16,6	273,0	5,65	1
13	18	Noria en cruce Empedrado	4	6.073.317	747.626	252	03-10-2013	11:50	5,62	14,1	68,8	5,86	1

Fuente 1: Mediciones en terreno para el presente trabajo.
Fuente 2: Estudio Modelación Hidrogeológica de la Cuenca del Río Cauquenes, Región del Maule. DGA – GCF Ingenieros 2013.
Coordenadas UTM en Datum WGS 84, Huso 18 S.
Elaboración propia.

Tabla 5.7-61 (Continuación)
Resumen Calidad de Aguas Subterráneas por Subcuenca

Subcuenca	Punto	Descripción	Profundidad	Coordenadas UTM (m)		Cota	Fecha	Hora	pH	Temperatura	Conductividad	Oxígeno Disuelto	Fuente
Nº	Nº		(m)	Norte	Este	(m)				(°C)	(mS/cm)	(mg/l)	
13	23	Noria en Nirivilo	9	6.061.101	761.985	185	04-09-2013	12:30	5,60	14,6	80,1	5,49	1
14	22	Pozo en Purapel	40	6.049.325	767.906	138	24-09-2013	13:25	7,03	19,1	389,0	1,27	1
14	59	Noria		6.059.247	770.277	156	04-09-2013	11:15	6,89	14,1	1039,0	6,64	2
14	60	Noria		6.056.805	774.281	188	04-09-2013	14:40	7,64	13,4	188,9	9,21	2
15	21	Noria en Sauzal	8	6.044.520	759.712	168	03-09-2013	17:10	6,04	15,1	203,3	7,89	1
15	58	Noria		6.039.092	766.394	124	03-09-2013	18:15	7,49	16,6	312,0	7,42	2
16	19	Pozo en Empedrado	28	6.058.028	746.646	421	03-10-2013	14:20	5,84	16,7	332,0	5,51	1
16	20	Noria en estero El Carrizo	15	6.054.941	749.846	301	14-09-2013	11:00	7,00	14,7	205,7	5,71	1
16	42	Pozo Fundo La Estrella	23	6.036.799	752.760	151	13-09-2013	11:40	6,68	14,0	522,0	5,79	1
16	57	Noria		6.039.405	754.459	139	03-09-2013	16:00	7,25	13,7	183,2	8,70	2
17	26	Pozo APR Pahuil	40	6.056.098	719.897	74	04-10-2013	17:30	6,97	16,3	410,0	8,71	1
18	31	Noria en Chanco	4	6.042.069	723.936	103	05-10-2013	15:50	6,83	15,5	215,9	4,61	1
18	39	Pozo en Chanco	40	6.040.992	724.689	131	11-09-2013	10:00	6,89	15,7	182,4	5,10	1
19	29	Noria en Polhuin	6	6.037.623	723.638	19	05-10-2013	13:15	7,54	15,8	122,4	6,90	1
19	30	Noria en Lircay	6	6.040.295	726.348	189	05-10-2013	14:35	6,64	15,1	560,0	3,62	1
21	40	Noria en Arenal	4	6.027.716	753.410	163	12-09-2013	16:58	6,97	14,7	229,0	7,69	1
21	47	Pozo		6.018.545	761.653	116	02-09-2013	12:30	6,54	13,4	424,0	3,12	2
21	49	Pozo		6.023.275	762.183	127	04-09-2013	10:00	7,34	18,1	392,0	2,25	2
22	43	Noria Las Garzas	5	6.022.220	748.413	148	15-09-2013	16:25	7,04	13,7	232,0	4,64	1
22	46	Pozo		6.011.817	759.201	133	02-09-2013	10:48	7,20	16,3	616,0	6,63	2
22	48	Pozo		6.017.612	749.802	155	02-09-2013	17:15	7,16	17,6	302,0	2,43	2

Fuente 1: Mediciones en terreno para el presente trabajo.
Fuente 2: Estudio Modelación Hidrogeológica de la Cuenca del Río Cauquenes, Región del Maule. DGA – GCF Ingenieros 2013.
Coordenadas UTM en Datum WGS 84, Huso 18 S.
Elaboración propia.

Tabla 5.7-61 (Continuación)
Resumen Calidad de Aguas Subterráneas por Subcuenca

Subcuenca	Punto	Descripción	Profundidad	Coordenadas UTM (m)		Cota	Fecha	Hora	pH	Temperatura	Conductividad	Oxígeno Disuelto	Fuente
Nº	Nº		(m)	Norte	Este	(m)				(°C)	(mS/cm)	(mg/l)	
23	32	Pozo en La Granja	40	5.999.968	729.564	294	05-10-2013	18:00	7,11	21,2	97,7	8,48	1
23	37	Noria en Coronel de Maule	9	6.006.983	729.127	144	12-09-2013	11:00	6,73	17,7	202,2	9,30	1
23	50	Noria		6.006.648	730.891	158	31-08-2013	11:00	6,37	14,9	59,4	5,76	2
23	51	Pozo		6.012.844	739.918	181	31-08-2013	12:30	7,03	18,5	270,0	2,84	2
23	52	Pozo		5.996.600	743.516	167	31-08-2013	14:50	7,43	16,8	69,8	9,51	2
23	53	Noria		5.993.447	745.163	167	31-08-2013	15:40	7,15	14,3	342,0	2,96	2
23	54	Pozo		6.003.525	743.927	134	31-08-2013	17:40	7,12	15,2	227,0	4,29	2
23	55	Pozo		6.007.241	749.367	221	03-09-2013	9:35	6,97	17,9	269,0	8,80	2
24	28	Pozo en El Molino	40	6.034.958	721.025	28	05-10-2013	12:20	6,35	17,5	134,5	5,90	1
24	38	Pozo en Pelluhue	22	6.034.291	721.432	70	14-09-2013	11:30	6,67	16,8	82,7	6,30	1
25	27	Noria Zanja Chovellen Alto	4	6.022.936	711.902	125	05-10-2013	10:56	6,35	15,3	87,7	9,26	1
25	35	Noria Los Molinos	4	6.024.254	709.056	55	07-10-2013	17:05	7,13	15,2	489,0	4,18	1
25	36	Noria en Chovellen	4	6.022.074	712.362	157	13-09-2013	10:00	5,81	15,5	71,2	9,18	1
26	34	Pozo Virquén Oriente	40	6.001.433	758.071	142	07-10-2013	14:30	7,28	20,0	525,0	2,16	1
26	56	Pozo		5.996.078	757.213	138	03-09-2013	11:00	6,06	15,1	58,3	9,18	2

Fuente 1: Mediciones en terreno para el presente trabajo.
Fuente 2: Estudio Modelación Hidrogeológica de la Cuenca del Río Cauquenes, Región del Maule. DGA – GCF Ingenieros 2013.
Coordenadas UTM en Datum WGS 84, Huso 18 S.
Elaboración propia.

Tabla 5.7-62
Resumen Calidad de Aguas Superficiales por Subcuenca

Subcuenca	Punto	Descripción	Coordenadas UTM (m)		Cota	Fecha	Hora	pH	Temperatura	Conductividad	Oxígeno Disuelto	Fuente
Nº	Nº		Norte	Este	(m)				(ºC)	(mS/cm)	(mg/l)	
1	5	Estero Iloca	6.128.422	758.096	3	27-09-2013	12:24	7,79	9,8	207,8	11,27	1
2	1	Estero Los Maquis	6.138.392	769.660	26	26-09-2013	13:48	7,17	10,9	161,7	9,72	1
2	2	Estero Vichuquén	6.138.800	773.272	7	26-09-2013	16:30	7,56	13,3	123,2	10,54	1
3	4	Estero Los Cuervos	6.119.210	758.679	3	27-09-2013	10:30	7,62	11,3	164,6	9,58	1
4	3	Río Mataquito frente Lora	6.120.633	769.015	2	27-09-2013	9:20	7,91	12,0	322,0	10,85	1
4	6	Río Mataquito en Licantén	6.122.325	775.738	5	27-09-2013	15:39	9,04	16,0	280,0	12,27	1
4	10	Estero La Higuera	6.125.960	789.197	27	01-10-2013	12:50	7,01	15,8	188,6	9,80	1
5	9	Estero Peralillo	6.119.068	799.184	38	01-10-2013	10:40	7,74	13,8	246,0	9,73	1
6	11	Estero Huelón	6.113.654	768.615	14	01-10-2013	15:20	7,87	17,4	125,3	11,24	1
6	12	Estero Rapilermo en Placilla	6.112.335	776.140	13	01-10-2013	17:21	7,92	18,4	184,5	10,35	1
7	13	Estero Gualleco	6.095.419	774.974	88	01-10-2013	19:06	7,65	15,1	183,8	10,39	1
7	14	Estero Huenchullamí en Macal	6.102.930	760.450	16	02-10-2013	13:00	7,74	16,9	119,0	10,35	1
8	15	Estero Putú	6.100.146	748.700	15	02-10-2013	16:46	7,02	14,2	101,6	9,97	1
8	16	Estero Junquillar	6.092.584	740.779	6	02-10-2013	18:20	7,18	12,8	86,0	11,37	1
9	17	Río Maule en Constitución	6.086.426	737.053	2	03-10-2013	10:20	8,18	13,4	339,0	10,51	1
11	8	Río Maule frente Curtiduría	6.071.278	778.422	32	30-09-2013	14:40	8,84	17,0	142,1	11,71	1
12	24	Estero Los Pellines	6.071.272	726.371	2	04-10-2013	14:26	7,53	16,9	107,0	9,79	1
12	25	Río Pinotalca en Loanco	6.061.347	717.314	27	04-10-2013	15:45	7,43	16,2	80,0	10,59	1
13	18	Estero El Toro en cruce Empedrado	6.072.975	748.032	231	03-10-2013	12:15	7,14	11,7	52,2	10,14	1
13	23	Río Purapel en Nirivilo	6.060.683	761.983	162	04-10-2013	11:33	7,48	14,2	80,4	9,92	1
14	21	Río Purapel en Purapel	6.054.072	770.189	142	03-10-2013	16:55	7,61	20,4	98,7	9,24	1

Fuente 1: Mediciones en terreno para el presente trabajo.
Fuente 2: Estudio Modelación Hidrogeológica de la Cuenca del Río Cauquenes, Región del Maule. DGA – GCF Ingenieros 2013.
Coordenadas UTM en Datum WGS 84, Huso 18 S.
Elaboración propia.

Tabla 5.7-62 (Continuación)
Resumen Calidad de Aguas Superficiales por Subcuenca

Subcuenca	Punto	Descripción	Coordenadas UTM (m)		Cota	Fecha	Hora	pH	Temperatura	Conductividad	Oxígeno Disuelto	Fuente
Nº	Nº		Norte	Este	(m)				(ºC)	(mS/cm)	(mg/l)	
14	22	Estero Ranchillos	6.052.502	772.070	146	03-10-2013	17:30	7,63	22,8	131,4	9,98	1
15	20	Estero El Sauzal	6.044.825	760.017	174	03-10-2013	15:44	8,10	20,4	234,0	10,56	1
16	19	Estero El Carrizo	6.055.148	749.173	384	03-10-2013	15:00	7,43	15,3	81,1	10,64	1
17	26	Río Reloca	6.054.329	720.770	8	04-10-2013	18:00	7,90	16,0	171,1	11,10	1
17	27	Estero Santa Rosa	6.052.821	727.579	19	04-10-2013	18:48	7,98	18,5	326,0	7,91	1
18	33	E. El Molino aguas arriba de Chanco	6.042.276	724.636	96	05-10-2013	15:23	7,70	12,3	190,4	10,14	1
19	31	Estero Rahue en Polhuin	6.037.600	723.598	19	05-10-2013	12:54	7,14	11,8	41,5	10,23	1
19	32	Estero Lircay	6.039.968	727.065	147	05-10-2013	14:15	7,58	16,0	75,6	9,80	1
20	38	Estero Belco zona cabecera	6.034.896	753.984	142	20-07-2013	15:30	7,64	9,7	124,7	12,00	2
20	39	E. Belco aguas arriba Río Cauquenes	6.027.089	766.419	109	22-07-2013	10:28	7,48	3,7	98,4	11,80	2
21	40	Estero Arenal zona cabecera	6.033.741	749.212	200	21-07-2013	16:06	7,88	5,9	116,8	11,97	2
21	41	E. Arenal aguas arriba Río Cauquenes	6.022.631	764.474	117	22-07-2013	12:08	7,64	6,3	96,7	12,93	2
22	42	Estero Las Garzas zona cabecera	6.025.821	744.630	172	21-07-2013	12:47	7,69	5,6	88,2	12,60	2
22	43	E. Las Garzas aguas arriba Río Cauquenes	6.014.681	757.155	117	22-07-2013	18:12	7,59	6,8	86,0	12,21	2
23	34	Estero La Raya	5.996.456	728.936	207	05-10-2013	18:20	7,80	20,8	82,1	10,22	1
23	35	Río San Juan	5.994.939	724.493	187	05-10-2013	19:40	8,09	18,2	91,8	9,89	1
24	30	Estero El Manzano en El Molino	6.034.121	720.059	7	05-10-2013	11:55	7,25	12,1	34,6	10,26	1
25	29	Río Chovellen en El Risco	6.021.705	714.432	12	05-10-2013	9:30	7,41	11,6	45,0	8,99	1
25	37	Estero Los Molinos	6.023.255	708.885	15	07-10-2013	16:39	7,39	15,5	70,9	10,15	1
36	36	Estero Vaquería	6.001.566	758.936	130	07-10-2013	13:51	7,69	18,5	215,7	8,59	1

Fuente 1: Mediciones en terreno para el presente trabajo.
Fuente 2: Estudio Modelación Hidrogeológica de la Cuenca del Río Cauquenes, Región del Maule. DGA – GCF Ingenieros 2013.
Coordenadas UTM en Datum WGS 84, Huso 18 S.
Elaboración propia.

5.7.26 Comentarios a la Calidad de las Aguas

De acuerdo con los análisis efectuados tanto al agua superficial como subterránea, se observa que en general las aguas superficiales muestran una tendencia a ser básicas (pH>7,5), en tanto que las aguas subterráneas son levemente ácidas (pH<6,5).

En los suelos del secano costero se observa una presencia importante de arcillas, son pobres y tienen una baja capacidad de infiltración. Estos al ser lavados por las lluvias generan aguas que tienden a ser básicas, lo que justifica los valores medidos en los cauces naturales de la región.

Por otro lado, las aguas subterráneas del secano costero muestran una presencia importante de Hierro. Esto se ha observado en innumerables captaciones subterráneas que forman parte de los sistemas de APR y urbanos a lo largo de la costa, principalmente entre las regiones V y X. El Hierro es un metal que, si bien no incide directamente en la acidez del agua, de manera indirecta consume el hidroxilo presente en el agua, disminuyendo su pH.

Respecto a la conductividad, se observa que en general las aguas subterráneas son más conductivas que las superficiales. Esto se debe a lo señalado en el párrafo anterior, ya que en las napas de la zona costera se ha detectado una importante presencia de Hierro, además del Manganeso, por lo que la conductividad es mayor.

Finalmente, en relación al Oxígeno Disuelto (O.D.), éste varía según diversos factores, como la temperatura, la aireación, la fotosíntesis, etc. Por lo general, a menor temperatura mayor es el OD, si hay más aireación o si existen plantas en el agua, también son factores que inciden en el aumento de OD.

Teniendo en cuenta esto, es razonable que los valores de OD de las aguas superficiales sean mayores que los del agua subterránea, lo cual ocurre en los análisis efectuados durante el estudio.

Finalmente, es importante señalar que en el caso del río Mataquito, cuando los caudales se reducen por efecto del estiaje, las mareas generan que el agua salada remonte por el cauce hasta el sector de Lora, lo que no permite usar las aguas superficiales de dicho tramo para riego. Sin embargo, para efectos de los proyectos de recarga, que utilizarían aguas de invierno para recargar las napas en dicho período, no hay problema ya que los mayores caudales observados en esa temporada, no permiten a las aguas saladas acceder al cauce.

6 IDENTIFICACIÓN DE ZONAS POTENCIALES DE RECARGA Y MÉTODOS DE RECARGA

Para los fines de identificar cuencas, subcuencas o sectores específicos donde se esperaría que proyectos de recarga artificial tuvieran resultados exitosos, hay ciertas condiciones que deben cumplirse, las que, por un lado, provienen de la hidrogeología del área de estudio y, por otro, de la efectiva disponibilidad de agua para efectuar la recarga.

Dos de las condiciones requeridas tienen que ver con el medio físico y la tercera con el nivel de explotación de las aguas subterráneas de ese acuífero.

En cuanto al medio físico, un proyecto de recarga artificial será exitoso si se tiene una napa libre con un nivel estático profundo, que admita una acumulación de agua sobre ese nivel, o bien una napa confinada que se encuentre sometida a una explotación tal, que esté disminuyendo su capacidad.

Además de lo anterior, debe cumplirse que el medio a través del cual se realice la recarga a la napa tenga una permeabilidad alta que admita la incorporación de las aguas de recarga a su flujo, sea que ésta se realice gravitacionalmente o usando inyección del agua a presión.

Por otra parte, un proyecto de recarga artificial en un sector donde la napa está siendo sobreexplotada, tendrá un mayor impacto económico positivo que el que se esperaría en un sector subexplotado o en equilibrio hidrológico.

En cuanto a las aguas de cauces superficiales para recargar la napa subterránea, se podría contar con los sobrantes de invierno, en caso que existan y que legalmente sea posible su aprovechamiento.

En suma, teóricamente, es posible inducir recarga artificial en cualquier medio permeable que tenga un volumen disponible para almacenar agua y capacidad para conducir el agua, aunque en la realidad, no todos los acuíferos son adecuados para este proceso.

Por otra parte, la eficiencia de un sistema de recarga artifical está relacionada directamente con las propiedades físicas del medio y su volumen libre. También influye la regla de extracción a que el acuífero está sometido, la que depende de sus capacidades transmisivas y de almacenamiento, y de la demanda por recursos hídricos subterráneos. Es necesario asegurar que el agua de recarga artificial permanezca en el acuífero el tiempo suficiente como para ser aprovechada posteriormente.

En lo que sigue, luego de la caracterización hidrológica, hidrogeológica y agronómica, se analizan una a una las subcuencas que cubren el área del estudio, para determinar su aptitud y posibilidades de materializar allí proyectos de recarga

artificial. En las cuencas en que se ha determinado que resulta factible implementar uno de esos proyectos, se ha identificado los sectores donde esto sería posible y se ha descrito de forma general los métodos de recarga artificial que serían adecuados en cada caso, señalando además las características de los proyectos.

A continuación se presenta el análisis por subcuenca, de donde se ha identificado un grupo de sectores favorables para la recarga artificial.

6.1 Subcuenca Nº1: Costeras entre límite regional y Río Mataquito

De acuerdo con la caracterización hidrogeológica este sector presenta esteros de poco desarrollo que descargan directamente al océano, siendo el estero Pichibudi el mayor de ellos, el cual tiene su desagüe cerca de la localidad de Duao.

La unidad geológica principal que se observa en este sector y lo cubre casi en su totalidad, corresponde a Intrusivos de la Cordillera de la Costa (Mg), de modo que los escasos rellenos que se observan presentan un bajo interés hidrogeológico.

Solo en los sectores bajos de esta subcuenca, sobre llanuras costeras, existe explotación de aguas subterráneas, como en el sector cercano a la localidad de Iloca donde se observan algunas captaciones, del tipo puntera o norias, parte de las cuales son utilizadas para el abastecimiento de agua potable de esta localidad.

En los sectores más altos sólo se observan algunas captaciones tipo noria que se abastecen de acuíferos formados por los rellenos de escaso desarrollo labrados por los esteros del sector y por la roca fracturada de la unidad geológica mencionada.

El desarrollo forestal de esta subcuenca abarca más del 90% del área. En cuanto a agricultura, destaca el desarrollo de papayos en el sector de Lipimávida y algunas empastadas para crianza de animales, además de la aptitud que tienen estos suelos costeros para chacras y hortalizas.

No obstante, la escasez de áreas hidrogeológicas interesantes, no hace recomendable ni posible considerar la posibilidad de algún proyecto de recarga artificial.

6.2 Subcuenca Nº 2: Vichuquén

Los rellenos sedimentarios labrados por los esteros Los Sauces, Bureo y Patacón, en la parte alta de la cuenca, poseen escaso desarrollo. Gracias a los episodios de lluvias, que se presentan de manera inestable y poco frecuente, dichos esteros han conseguido generar arrastre hasta las partes bajas, donde el cauce del estero Boquil, receptor de las aguas de esos afluentes desaparece en el llamado Pajonal del Guindo y laguna Tilicura.

Los rellenos que se han generado en las partes bajas presentan contenidos abundantes de finos, lo que los hace poco atractivos hidrogeológicamente, no obstante que abarcan una superficie de algunos kilómetros cuadrados.

Los esteros Vichuquén y Los Maquis o Huiñe tienen un desarrollo menor que los anteriores, no presentando en su recorrido depósitos de mayor interés hidrogeológico cerca de sus cauces, existiendo solamente algunos pozos que proveen de agua a algunos de los pequeños pueblos rurales de esta subcuenca, los que se localizan junto al lecho de los esteros.

Cabe señalar que el principal uso de los suelos está constituido por plantaciones forestales y de pradera natural, ésta última destinada fundamentalmente a la producción de ganado bovino y ovino. Gran parte de los terrenos destinados a empastadas corresponden a suelos de lomajes, aunque hay unos pocos sectores planos con cultivos anuales, de los cuales un bajo porcentaje se riega con agua de vertientes o norias domiciliarias.

Dado el escaso interés hidrogeológico de esta subcuenca, las posibilidades de desarrollar proyectos de recarga artificial son prácticamente nulas, por no existir las condiciones que lo permitan.

6.3 Subcuenca Nº3: Mataquito Costa

La geomorfología y geología de las pequeñas cuencas que componen este sector, resultan semejantes a las de la mayoría de las que existen a lo largo de la costa, con desarrollos limitados de pequeños cauces y rellenos sedimentarios en sus lechos muy escasos, tanto hacia el Norte, como hacia el Sur de la desembocadura del río Mataquito.

La excepción a esto lo constituyen, por una parte, las planicies costeras adyacentes al cauce del mismo río, las que se prolongan desde Lora y hacia el Norte en la costa, siguiendo el trazado que tiene éste por 6 Km, antes de desaguar al mar, y por otra, la pequeña cuenca del estero Los Cuervos, que se ubica justo en la esquina en que el río cambia su trazado hacia el Norte y que compromete poco más de 10 Km2 de superficie.

Respecto a las planicies costeras, existen pequeños propietarios con ganado y algunas plantaciones de papayos, siendo la agricultura de secano y de riego, donde lo primero se consigue con elevaciones mecánicas, lo cual no es generalizado. Los predios, a ambos lados del río, están divididos por los caminos, cultivándose las tierras aledañas al río y sirviendo para las viviendas los terrenos en altura.

En estas áreas resulta difícil pensar en proyectos de recarga artificial que sean útiles para mejorar la condición del riego, puesto que los niveles de napa son superficiales, a pesar que los rellenos están formados por arenas de buena permeabilidad.

Además de ello, existe el riesgo de intrusión marina, lo que podría afectar los bombeos de estije en caso de implementarse un proyecto de recarga artificial.

En cuanto al estero Los Cuervos, a una cota de sólo 20 msnm presenta una cubeta de 0.7 x 1.0 Km donde existe un gran número de predios de tamaño medio a mayor donde un proyecto de recarga artificial podría ser beneficioso, ya que sólo pueden aprovechar las aguas lluvias y, parcialmente, las del estero hasta Octubre o Noviembre. Allí, los suelos de textura franco arenosa con drenaje moderado y presencia de lomajes. La agricultura que se desarrolla aquí, corresponde a cultivos de trigo, porotos y pastos naturales.

En definitiva, por la morfología del área y de los cauces es uno de los sectores potenciales para tener éxito con una iniciativa de recarga artificial de la napa en invierno que sea aprovechada en primavera y, eventualmente, en verano.

6.4 Subcuenca Nº4: Mataquito – Hualañé – Licantén

Esta subcuenca se extiende por unos 25 Km a lo largo del río Mataquito entre Hualañé y la confluencia del río con el estero Curepto.

Su geomorfología es muy parecida a la de la cuenca anterior, con algunos pequeños esteros que desembocan en el río, aunque aquí los rellenos sedimentarios presentes sobre ambas riberas del río son bastante menores que en el caso anterior, salvo frente a la localidad de Licantén donde existe una planicie de más de 2 Km de largo por casi 1 Km de ancho, donde los rellenos sedimentarios de la parte baja del río tienen abundantes arenas que se prestarían como medio para una recarga artificial. Sin embargo, la cercanía con el río, de flujo permanente, hace que los niveles de napa se encuentren muy superficiales, limitando inmediatamente la posibilidad de una recarga artificial provechosa.

Los esteros tienen escasos desarrollos, salvo el estero Pichilemu que accede al río desde el Norte. En efecto, este estero a lo largo de sus últimos 2 Km, con un ancho 200 m y un desnivel de menos de 5 m, sería apto para instalar un proyecto de recarga artificial, particularmente porque aguas arriba de este tramo se encuentra el embalse Pichilemu. Sin embargo, ese mismo embalse Pichilemu regula las crecidas y mantiene agua en invierno para ser usada para el riego en primavera y verano con lo que se ha venido asegurando el riego de las áreas dentro de su cuenca y hasta casi el río.

El riego en esta zona está enfocado a cereales, chacras y hortalizas, verificándose en terreno la presencia de maíz grano, trigo y tomate industrial. Aquí predominan predios de tamaño medio a grande, salvo hacia aguas abajo, sobre la ribera derecha del río, donde existe un amplio sector con predios medianos y pequeños.

Los suelos predominantes en la zona son franco arcillosos y franco arenosos, con características de drenaje moderado. Las crecidas invernales del río Mataquito

tienen un efecto directo sobre los suelos ribereños, produciendo inundaciones en los sectores más bajos.

La condición que impone embalse es que al no generarse producción de sedimentos durante las crecidas que alcancen la parte baja, ya que quedan retenidos en la presa, las aguas que pudieran pasar podrían ser acumuladas en uno o dos pretiles que se construyan para retenerlas en el mismo estero, o bien en pozas de infiltración en la planicie ribereña del río Mataquito, permitiendo que puedan filtrar para recargar la napa que ocupa estos 2 Km de ancho del valle del Mataquito. Igualmente las aguas sobrantes del río podrían aprovecharse en ese sector

En particular, hacia aguas abajo del estero Pichilemu, sobre la planicie ribereña del Mataquito, existe un número importante de predios de secano que podrían verse directamente beneficiados con la implementación de un proyecto de recarga artificial, a pesar que habrá que asegurar que los niveles de napa de invierno sufran realmente un descenso que asegure la efectividad de un eventual proyecto de este tipo.

En el resto de los sectores de este tramo de río, y hasta más allá de la localidad de Licantén, se tiene una condición de buen riego, por el uso directo de las aguas del río Mataquito, lo que permite concluir que no habría condiciones ni necesidad de un proyecto de recarga artificial de acuíferos.

6.5 Subcuenca Nº5: Mataquito – Peralillo

Esta subcuenca abarca el tramo del río Mataquito entre La Huerta y Peralillo en cerca de 10 Km.

Se caracteriza por encontrarse en un tramo del río con escasos y muy poco desarrollados esteros afluentes, aunque cerca de su llegada al río principal se abren y escurren por planicies de cierta extensión (estero Peralillo por el Norte y esteros Tonlemo y Limávida por el Sur). Esas planicies están rellenas, probablemente, con materiales fluviales y con materiales arrastrados por esos mismos esteros.

Se observan suelos con pradera natural, ganado, en descanso y cultivados con trigo; al igual que terrenos con rastrojo de maíz. También se aprecian viñas de mayor edad conducidas y en Peralillo, una plantación de vides viníferas regadas por goteo.

En las zonas bajas de los esteros es posible que existan las condiciones apropiadas para instalar obras de recarga artificial, no obstante que por la cercanía con el río basta con perforar y extraer aguas de esas abundantes napas, parte de cuya recarga proviene directamente de la infiltración del río.

En los cauces de las pequeñas cuencas del área, los escasos rellenos hacen infactible cualquier iniciativa de recarga artificial para los muy limitados acuíferos que allí se desarrollan.

6.6 Subcuenca Nº6: Curepto

El estero Curepto, que recibe ese nombre aguas abajo de la ciudad de Curepto, tiene su principal fuente de aportes de agua superficial en el estero Rapilermo, que pasa a llamarse Lién una vez que recibe los aportes del estero Domulgo desde el Norte.

La hidrogeología de toda esta cuenca de más de 350 Km2 de superficie, es bastante pobre. En efecto, a lo largo de los cauces de esteros que la conforman hay escasos rellenos, de poca potencia y ancho, salvo en el tramo inferior de unos 8 Km, donde el cauce puede alcanzar hasta 1 Km de ancho.

En ese sector sin embargo, los pocos pozos que se han construido han logrado producir apenas cerca de 5 l/s, lo que es indicativo de la pobreza hidrogeológica.

Si a lo anterior se agrega que con ocasión de las grandes crecidas del río Mataquito las aguas pueden penetran hasta Curepto mismo, 4 Km por el cauce, el uso de esos suelos bajos para la agricultura se ve igualmente limitado. Además de ello, durante el invierno y parte de la primavera se presentan problemas de inundación y drenaje en la mayor parte de ellos, lo que impide pensar en un proyecto de recarga artificial.

En la cuenca de Curepto se observan suelos con severos problemas de drenaje, algunos con pradera natural para la ganadería, mientras no son inundados.

La única área apta para un proyecto de recarga artificial está en la planicie adyacente al estero El Rodeo (2 Km al Norte de Curepto), donde habría las condiciones para intentar allí desarrollar un proyecto de recarga artificial con pretiles, alimentado con recursos propios o con aguas importadas desde el río Mataquito mediante un canal que las conduzca gravitacionalmente. Sin embargo, en la parte alta de esta cuenca se construyó el embalse Llaca Llaca, el que ha solucionado el problema del riego en el sector de potencial beneficio con un proyecto de recarga artificial.

Luego de la revisión de la información en gabinete y de los recorridos en terreno, no se vislumbra otras áreas dentro de esta cuenca que sean adecuadas para recarga artificial.

6.7 Subcuenca Nº7: Huenchullamí

La configuración morfológica del río Huenchullamí es semejante a la del resto de las cuencas de la cordillera de la Costa, con rellenos sedimentarios por efecto de procesos aluvionales, no obstante que debido a su gran extensión, del orden de los 700 Km^2, ha permitido el desarrollo de cubetas de relativa gran extensión en su valle.

Sin embargo, sólo en sectores específicos existen rellenos del tipo franco arenoso, con menor contenido de limos y arcillas, que darían cabida a la posibilidad de implementar proyectos de recarga artificial. Esos sectores aparecen en los últimos 25 Km del valle antes de su desembocadura, aguas abajo de la Loma Limpia, ya que aguas arriba el valle del Huenchullamí y de sus afluentes se estrecha mucho.

El área en cuestión es netamente de secano, donde es posible encontrar cultivos de chacras, como papas y poroto, cereales como el trigo y praderas naturales para abastecer una ganadería reducida. La explotación agrícola es bastante reducida, dado que se aprovecha las aguas subsuperficiales que mantienen la humedad de los suelos hasta mediados de primavera.

Es por ello que en esta cuenca ha sido posible identificar algunas alternativas de recarga artificial, en caso que se den las condiciones hidrogeológicas que lo admitan, y las hidrológicas que garanticen la posibilidad de usar aguas superficiales sobrantes en invierno que alimenten la napa subterránea, de modo que esa alimentación sea aprovechada hacia fines de primavera y, en lo posible, a comienzos del verano.

Respecto a esas posibilidades, una alternativa que será analizada en detalle, estaría en la misma angostura de Loma Limpia, donde podría construirse un pretil de no más de 15 m de altura para contener aguas de crecidas de invierno y conducirlas por canales a sectores adyacentes al lecho, donde predominan los suelos franco arenosos. Esos sectores, aptos para recarga artificial serían por lo menos 3 en esta parte media de la cuenca hasta el villorrio rural de Macal. En caso de no disponerse de espacio suficiente para la construcción de pozas de infiltración fuera del cauce, esa fuente de recarga podría reemplazarse por espigones fusibles, transversales al flujo del río, alargando el recorrido del agua, los que igualmente serían efectivos como medio de recarga.

Un segundo sector donde podría ser interesante materializar un proyecto de recarga artificial se ubicaría en la zona media inferior del estero, en dos partes donde el valle presenta un largo de entre 1.5 y 2.0 Km y un ancho de a lo menos 500 m, uno de los cuales está aguas arriba y el otro aguas abajo del estero Pudú, afluente del Huenchullamí.

Dado que se trata de terrenos planos y anchos, en que posiblemente el nivel de la napa en primavera y verano baje unos pocos metros solamente, el efecto que podría

producir la recarga artificial sería la de prolongar la condición de humedad en los suelos por mayor tiempo que lo habitual, permitiendo el desarrollo de cultivos. Si por el contrario, los niveles bajan considerablemente en primavera y verano, la recarga permitirá aumentar los volúmenes de agua acumulados en la napa para que puedan extraerse mediante bombeo para riego.

Como fuente de agua podría aprovecharse los sobrantes de invierno del estero Pudú, con un embalse lateral, o bien los del mismo río Henchullamí si se determina que existen tanto técnica como legalmente.

Igualmente, se verificará si aguas abajo de este tramo del río, donde su cauce cambia de dirección hacia el Surponiente, con un valle de 3 Km de largo y más de 1 Km de ancho, sería admisible instalar un proyecto de recarga artificial, con pretiles o pozas de infiltración, siempre que se determine su factibilidad técnica, en caso de disponer de sobrantes de invierno en el río mismo, que pudieran aprovecharse.

6.8 Subcuenca Nº8: Putú

Esta cuenca incluye a los esteros Putú, Junquillar o Cañete y Quivolgo como los más importantes.

La situación del riego en todo este sector es muy limitada, ya que en la mayor parte de esas pequeñas cuencas lo que predomina es el desarrollo forestal que alcanza hasta casi las planicies costeras bajas donde los suelos son mayoritariamente arenosos. En esta parte, los escasos recursos de agua son aprovechados principalmente en primavera para el riego de empastadas, aunque aparece algo de hortalizas y chacarería, especialmente en años lluviosos. No obstante, a todo lo largo de unos 15 Km por la costa existen predios que colindan con los bosques del interior y que riegan gracias a una red de canales que aprovecha las aguas de los 3 cauces más importantes; el uso del agua aquí ha sido muy eficiente, tanto que existe un trasvase desde el estero Junquillar al Quivolgo, para regar áreas al Sur de este último, hasta cerca del río Maule.

Las aguas subterráneas en este sector costero, que no supera los 12 msnm, no han sido utilizadas ante el temor de una intrusión salina, aunque por la presencia cercana del mar los niveles de la napa son muy superficiales y por tanto proyectos de recarga artificial no serían ni atractivos ni beneficiosos.

Si además se toma en cuenta que es muy probable que en un tiempo breve se construya el embalse Junquillar, que se encuentra en etapa de factibilidad, se hace aún menos atractivo pensar en proyectos de recarga artificial de esos acuíferos.

6.9 Subcuenca Nº9: Constitución

Esta subcuenca del río Maule corresponde al tramo final del río Maule hasta su desembocadura, incluyéndose en el también, la cuenca de quebrada Honda, que desagua al mar al Sur de la desembocadura del río Maule

En este sector el río se encuentra encauzado en un estrecho valle de la cordillera costera donde en los sectores aledaños no existen cauces de importancia que confluyen al río ni tampoco abundan suelos potencialmente interesantes desde el punto de vista agrícola. En torno al mismo cauce del río Maule abundan las arenas y los acuíferos alcanzan profundidades limitadas muy posiblemente del orden de 40 m como máximo. Sin embargo, los niveles de napa son muy superficiales por su conexión directa con el río, con lo que no habría ni suelos para la agricultura, ni condiciones adecuadas para pensar en materializar proyectos de recarga artificial allí.

6.10 Subcuenca Nº10: Maule Las Vegas

Esta subcuenca del río Maule corresponde a un tramo intermedio que se ubica entre la confluencia del Maule con el río Claro, poco arriba del sector Curtiduría, hasta unos 20 km antes de la desembocadura.

En el sector, el valle es estrecho y no abundan suelos con potencial agrícola. Las pequeñas quebradas que desaguan lateralmente al río tampoco tienen un desarrollo de sus cauces de alguna envergadura para ser utilizados en agricultura ni para pensar en proyectos de recarga artificial. En resumen, no hay condiciones adecuadas para pensar en proyectos de recarga artificial.

6.11 Subcuenca Nº11: Maule Curtiduría

Esta subcuenca del río Maule corresponde a un tramo de aproximadamente 20 km desde la confluencia del río Maule con el río Claro, hacia aguas abajo.

En la ribera sur del río existen algunas quebradas interesantes desde el punto de vista hidrogeológico, como la quebrada Los Maquis, frente a Curtiduría, que presenta en su parte baja una 30 ha de viñas, frutales y cultivos anuales en regular estado, regados con aguas del río Maule mediante bombeo. Ese riego se refuerza con aguas de pozos tipo noria.

Se ha estimado que en este sector sería posible construir pretiles de pequeña altura en los estrechos valles afluentes al estero principal, de modo que sirvan para acumular aguas de sobrantes de invierno, las que se haría filtrar hasta la primavera en forma natural o a través de pozas o zanjas de infiltración, cuyas ubicaciones se

determinarán al evaluar en detalle las posibilidades de obtener recursos de agua suficiente que justifiquen la instalación de este proyecto de recarga artificial.

Una situación similar a la anterior existe en torno al estero El Valle, también afluente al río Maule 7 Km al Oriente de Los Maquis, donde existe un desarrollo de agricultura de riego semejante (frutales, viñas, cultivos anuales), aunque en mejores condiciones, ya que aprovecha una obra de embalse que capta las aguas del mismo estero El Valle y las usa para riego en un área cercana a las 100 ha a lo largo del valle y sobre 150 ha en la parte baja, sobre la planicie ribereña del río Maule.

No obstante la situación en El Valle, se estima conveniente analizar la posibilidad y utilidad de implementar en ese sector un proyecto de recarga artificial, que sería semejante al de Los Maquis, eso sí sólo para el área del valle mismo de El Valle.

6.12 Subcuenca Nº12: Pinotalca

Se ha identificado con este nombre a las cuencas de los esteros que drenan directamente al mar, ubicadas entre Constitución y la localidad de Loanco, donde el río Pinotalca recibe ese nombre.

La característica más destacada de este sector es que los cauces que escurren allí lo hacen en estrechas y profundas quebradas, existiendo en esta amplia zona de más de 200 Km2, sólo escasos rellenos cuaternarios y por tanto mínimo o nulo interés hidrogeológico, salvo en las planicies costeras que aparecen medianamente desarrolladas. Ni siquiera existe explotación de esas aguas subterráneas costeras.

De acuerdo a esta información y a las visitas a terreno efectuadas, se ha concluido que no existen áreas dentro de estas cuencas que sean adecuadas para recarga artificial, ni sectores en ellas aptos para un aprovechamiento de esas aguas en agricultura de riego.

6.13 Subcuenca Nº13: Purapel Alto

La cuenca del río Purapel se extiende por la Cordillera de la Costa alcanzando casi al río Maule por el Norte y prolongándose hacia el Sureste por casi 50 Km.

En toda la zona alta de la cuenca, los pequeños valles afluentes presentan escasos rellenos sedimentarios aluvionales y por tanto casi nulo interés hidrogeológico. Sólo parcialmente en Purapel Alto y a partir de Purapel medio, incluido el estero El Sauzal y Lo Miranda, la situación cambia, ya que los valles se presentan más anchos y los rellenos con seguridad cobijan mayor cantidad de agua subterránea.

Existen pocas áreas que por sus características hidrogeológicas y de necesidad de riego pueden ser interesantes para instalar proyectos de recarga artificial.

En la subcuenca de Purapel Alto, únicamente en el sector de Nirivilo se podría pensar en ello, aunque con las visitas a terreno debió descartarse por no existir la factibilidad física de implementarlo, ni un área adecuada para aprovecharlo, por la abundancia de bosques y de lomajes existentes en el sector.

6.14 Subcuenca Nº14: Purapel Medio

La zona de Purapel Medio aguas abajo del estero Ranchillo, donde se ubica el fundo Purapel, se ha considerado como posible de tener éxito con un proyecto de recarga artificial, por sus condiciones hidrogeológicas, extensión y uso de los suelos (agricultura). No obstante, su factibilidad dependerá de la disponibilidad de agua superficial para abastecer al proyecto de recarga, lo que se determinará cuando se cuantifiquen los caudales del río Purapel que se podrían utilizar, provenientes de los sobrantes de invierno.

Con el mismo objetivo, se deberá demostrar con pruebas de infiltración que en esa área, se puede infiltrar agua que se capte en el río hasta la napa mediante pozas de infiltración o zanjas de infiltración en la cabecera de los sectores de interés, siempre que su nivel se ubique a más de 10 m de profundidad y que las napas tengan una permeabilidad alta para captar con pozos de buen rendimiento. La hidrología del río Purapel, única fuente posible, será fundamental en la fase siguiente de este análisis.

6.15 Subcuenca Nº15: Purapel Bajo

En esta zona, sobre la ribera izquierda del río y aguas arriba de la confluencia con el estero Lo Miranda, se pudo detectar un área plana, sin desarrollo agrícola importante, donde los suelos son adecuados para la agricultura por su calidad, aunque el avance de las áreas destinadas a la explotación forestal estaría ya alcanzando el sector. Además, de acuerdo a lo señalado en el capítulo 5.4.2.2, este sector presenta condiciones geológicas particulares que favorecen la infiltración de aguas superficiales.

6.16 Subcuenca Nº16: Empedrado

Corresponde al área que drena el estero Empedrado y el estero Carrizo y su continuación el río Rari, hasta que ambos desembocan en el río Reloca.

Dado que el valle del estero Carrizo muestra un ancho de casi 1 Km, con una pendiente longitudinal de 0,3% y rellenos cuaternarios de origen aluvial de potencia apreciable, podría pensarse en implementar ahí un proyecto de recarga artificial, aprovechando la existencia de estratos arenosos alternados con capas de arcilla, lo que muestra una limitada capacidad de las formaciones acuíferas.

En este sector, el desarrollo agrícola es precario, existiendo praderas naturales para alimento de animales y áreas destinadas a trigo y pequeñas chacras con maíz y papas para el autoconsumo.

El proyecto sería factible siempre que se demuestre esto con las pruebas y ensayos que se realizarán, para definir un proyecto que aproveche eventuales sobrantes de invierno que pudieran acumularse en una o dos presas de embalse de pequeña altura. No obstante, el hecho de existir en esta área pozos de bombeo de baja productividad, atentaría contra esta iniciativa.

6.17 Subcuenca Nº17: Reloca

El río Reloca drena cerca de 500 Km^2, incluyendo el sector precedente, que fue identificado como cuenca de Empedrado, la que drena hacia el río Rari, su principal afluente.

La parte alta del río Reloca, al igual que el resto de sus afluentes (salvo el estero Carrizo), se ubican en estrechas quebradas cuyos rellenos son de nulo interés hidrogeológico. Es por ello que en este caso se ha considerado la parte baja de la cuenca para los efectos de este análisis.

En efecto, en los últimos 10 a 15 km antes de su desembocadura, aparece el valle del río Reloca que puede llegar hasta más de 1 Km de ancho en algunas partes, con una pendiente longitudinal de 0,3% y rellenos cuaternarios de origen aluvional de potencia apreciable, aunque sometido a las inundaciones desde el río que predominan en invierno. Los suelos son de textura franco limosa, profundos, de drenaje imperfecto, esencialmente por los efectos de invierno desde el río.

Por las condiciones señaladas que se presentan en el área, la agricultura se basa en el cultivo de cereales, chacras de primavera y esencialmente praderas naturales destinadas al ganado bovino y ovino existente en la zona.

De acuerdo con esto y según los resultados del estudio hidrológico específico para esta área, además de las experiencias que se desarrollen en terreno, se determinará la factibilidad de desarrollar uno o más proyectos de recarga artificial. Para estos efectos, se consideraría la captación de aguas del río Reloca en invierno para recargar la napa subterránea en alguno de los 5 sitios que fueron identificados en las visitas a terreno. De ellos, pudo determinarse que la menos 2 de ellos podrían ser mejores, debido a su ubicación y posibilidades de tener efectos positivos sobre las napas y el riego.

6.18 Subcuenca Nº18: Chanco

Esta subcuenca incluye el área drenada por el estero Chanco y, además, la drenada por el estero Puchamán, ubicado al Norte de Chanco.

Las partes altas de los afluentes al estero Chanco, se ubican en estrechas quebradas cuyos rellenos son de nulo interés hidrogeológico, en torno a las cuales predomina el desarrollo forestal.

En la zona baja existen sectores hidrogeológicamente interesantes, ya que los cauces acceden a llanuras litorales adyacentes a la desembocadura de los cauces principales, y se observan sedimentos cuaternarios eólicos y parcialmente aluviales, en los que predominan areniscas de grado medio y aparecen ocasionalmente gravas y gravillas de origen aluvial.

Los predios que conforman el sector son de tamaño medio y los principales cultivos detectados corresponden a cereales y praderas naturales con ganadería bovina en condiciones hídricas de secano.

Por su amplia extensión plana, esta área es atractiva para la materialización de proyectos de recarga artificial, que aseguren agua de riego en estiaje en sectores de secano.

Por ello, se ha planteado un proyecto que consiste en captar aguas de sobrantes de invierno desde el estero Lircay, afluente del río Rahue, para conducirlas gravitacionalmente hasta 2 puntos localizados a 2.5 y 2.9 Km desde la captación, para entregarlos a sendas zanjas de infiltración, de 660 y 350 m de longitud, a través de las que se recargaría la napa subterránea.

6.19 Subcuenca Nº19: Rahue

Para la cuenca del río Rahue, se tiene una hidrogeología semejante a la del estero Chanco, donde en sus partes altas existen estrechas quebradas rodeadas de bosques y en cuya parte baja se tiene llanuras litorales rellenadas por sedimentos de origen eólico y aluvionales del interior, con areniscas y, escasamente, gravas y gravillas aluvionales. En este caso sin embargo, esas llanuras se ubican a mayor altura que en el río Chanco y por sobre los cauces superficiales que podrían servir como la fuente de recarga.

Es así como un proyecto de recarga artificial podría ser semejante al que se ha planteado en el caso de la cuenca del estero Chanco, con la diferencia que en este caso sería necesario elevar el agua para que alcance el área del proyecto. Esto es, una captación superficial de sobrantes de invierno, una estación de bombeo, una aducción hasta el punto de recarga y una zanja de infiltración para asegurar dicha recarga.

En caso de resultar atractivo desde el punto de vista técnico y económico, debería competir con los proyectos gravitacionales de Chanco, ya que la fuente de agua superficial más conveniente para ser usada en la recarga artificial es la misma, es decir el estero Lircay, debido a que el resto de los cauces cercanos poseen cotas más bajas que las del cauce de ese río.

6.20 Subcuenca Nº20: Belco

El estero Belco tiene su nacimiento en la laguna El Ciénago, que es alimentada desde un afluente del río Reloca, la quebrada Honda.

La cuenca total del estero, es pequeña y por su régimen de escorrentía, el relleno en su cauce se compone principalmente de limos, arcillas y arenas, de baja permeabilidad, por lo que el acuífero existente es de poco interés. Sin embargo, ya a pocos kilómetros de su nacimiento el valle se amplía, donde el relleno sedimentario se ha formado en parte por las depositaciones tanto del río Perquilauquén, como del río Cauquenes.

Una característica de esta cuenca es que existe un importante desarrollo forestal en la parte alta y media, quedando áreas destinadas a la agricultura sólo inmediatamente aguas abajo de la laguna El Ciénago (Fundo La Estrella y alrededores) y en los tramos inferiores, ya cerca del río Perquilauquén. Así, ha sido posible, en una parte muy menor del área de la cuenca, desarrollar una agricultura de riego, abastecida en los últimos años, mediante pozos de bombeo.

En las áreas regadas se aprecia la presencia de frutales y viñas, además de algunos cultivos anuales, como chacarería, en suelos francos relativamente finos.

No obstante, en la actualidad el uso de agua de las napas se ha visto aumentado, existiendo una presión por extraer mayor cantidad de aguas subterráneas en la temporada de riego. Es por ello que en este caso sería atractivo instalar al menos un proyecto de recarga artificial.

Si ese proyecto se ubicara en la parte baja de la cuenca, se podría utilizar sobrantes de invierno del río Perquilauquén que es la fuente permanente de agua superficial, y recargar así las napas de esta área.

Si se tratara de efectuar recarga artificial en la parte alta de la cuenca, aguas debajo del Fundo La Estrella, sería necesario aprovecha los excesos de agua que pudieran aportar las pequeñas cuencas laterales al estero Belco, en su parte alta.

Dependiendo de la situación de la napa subterránea, que se ha ido profundizado los últimos años, y de la permeabilidad de ésta, será el tipo de proyecto de recarga artificial que más convenga; esto es, lagunas de infiltración o pozos de inyección si se dan las condiciones adecuadas.

6.21 Subcuenca Nº21: Cauquenes – Arenal

El estero El Arenal ocupa una cuenca que en su parte media y alta es muy parecida a la de otros esteros y quebradas de la Cordillera de la Costa de la Región. En efecto, el cauce que corre desde el Norponiente es profundo y estrecho y en su entorno predominan los desarrollos forestales. Sólo en su parte inferior aparece más amplio, influido por la depositación de sedimentos que se ha generado allí por el efecto del arrastre desde el río Cauquenes.

Los rellenos ubicados cerca del lecho del cauce son de importancia desde el punto de vista hidrogeológico, ya que están compuestos por material permeable, principalmente gravas, arenas y limos.

Al igual que en el caso de la cuenca del estero Belco, en los últimos años ha habido una presión por la extracción de aguas subterráneas, semejante a la del caso anterior. No obstante, como a lo largo de todo su desarrollo hasta el río Cauquenes los rellenos son principalmente arenosos, resultan atractivos hidrogeológicamente hasta unos 50 m de profundidad.

Según ello, pensar en proyectos de recarga artificial para beneficiar una napa que, posiblemente, se encuentre en una condición de explotación intensa, o sobreexplotación, sería lo esperado en este caso. Es por ello que, por su condición acuífera, con predominio de arenas, es posible que los proyectos de recarga artificial que se planteen y evalúen resulten muy atractivos, siempre que se disponga de aguas de los sobrantes de invierno del cauce del estero El Arenal.

Debido a la misma condición, implementar proyectos usando lagunas de infiltración como medio de recarga resultará ser lo más efectivo. Un sector atractivo para esto sería adyacente al mismo estero, en el sector de San Juan, ubicado en la parte media de la cuenca.

6.22 Subcuenca Nº22: Cauquenes – Las Garzas

La cuenca que se ha denominado así, comprende al estero Culenco, que se ubica poco más al Sur de El Arenal, recibiendo el nombre de Las Garzas en sus partes media y alta, además de toda la planicie del valle de Cauquenes en su parte inferior. Aquí la agricultura está bien establecida, gracias al riego con aguas superficiales de los cauces que lo permiten hasta avanzada la primavera y el estiaje (río Cauquenes), y de recursos de aguas subterráneas obtenidos de más de 20 pozos profundos.

Según el, en esta subcuenca del río Cauquenes se tienen condiciones morfológicas e hidrogeológicas aún mejores que las del estero El Arenal.

De acuerdo con los antecedentes recabados en terreno, en toda esta área no habría limitaciones al desarrollo de la agricultura de riego, donde se desarrolla, ya que el resto del área está siendo explotada forestalmente.

Se ha considerado estudiar la implementación de un proyecto de recarga artificial, el cual debería localizarse en la salida del estero Las Garzas al valle principal, aprovechando esa estrechez, con la construcción de un pretil de tamaño menor en su cauce, asegurando así que recursos sobrantes de invierno se puedan acumular para infiltrarlos y así contar con ellos en la napa subterránea hacia fines de primavera.

6.23 Subcuenca Nº23: Cauquenes – Huedque

El río Huedque es el afluente de mayor importancia que recibe el río Cauquenes desde el Sur, cerca de la localidad de Coronel de Maule. En torno a esta localidad, en medio de la Cordillera de la Costa, se produce una situación muy especial, ya que allí convergen varios cauces, que configuran una morfología bastante plana en donde existen desarrollos agrícolas no menores, siempre de secano. Entre los cultivos destacan algunas viñas de cabeza, trigo y chacras. Los predios son en general de pequeño tamaño.

Por estar inserto en la Cordillera misma, los rellenos sedimentarios allí presentes están conformados por material de granulometría media y fina, con lo que pozos de agua subterránea son capaces de producir caudales relativamente bajos, siempre bajo los 10 l/s.

Debido a ello, se estima que de ser factible implementar algún proyecto de recarga artificial, éste requerirá de mucha atención en las condiciones hidrológicas de fuente que lo puedan sustentar, así como de sus condiciones hidrogeológicas, donde lo más importante por determinar será la capacidad de esas napas de permitir una eficiente recarga artificial de sus acuíferos.

Por su parte el río San Juan, como el mayor afluente del Huedque, no muestra a lo largo de su recorrido sectores amplios de valle y sedimentos de granulometría media o gruesa, de lo cual se pudiera pensar en efectuar recarga artificial. Es más, por escurrir en un cauce estrecho y profundo en parte importante de su trazado, una recarga artificial de la napa es muy probable que se transforme en afloramientos en los sectores estrechos del valle localizados aguas abajo, así se reconocieran algunos puntos interesantes para efectuar recarga artificial.

Dentro del área de la subcuenca de los ríos Huedque y San Juan y como era de esperarse, los mejores suelos se encuentran en torno a Coronel de Maule, muchos de ellos sin problemas de drenaje. La excepción está en algunas pequeñas porciones en torno a los ríos que se encuentran totalmente inundados.

Estos suelos son de textura franco arenosa, lo que en el caso de presentarse una napa relativamente profunda en verano, servirán para cobijar aguas de recarga artificial que se incorporen a la napa durante el invierno o comienzo de la primavera, a través de pozas o zanjas de infiltración.

6.24 Subcuenca Nº24: Curanipe

Este sector comprende la cuenca costera anterior al extremo Sur de la Región, dentro de la cual existe un área agrícola de cierta importancia, que corresponden a Pelluhue.

Desde el punto de vista hidrogeológico, en el sector existen acuíferos de alguna importancia, que se han formado principalmente como resultado de la depositación de sedimentos de origen marino, eólico y, sólo parcialmente, aluviales.

Las áreas que poseen rellenos más interesantes hidrogeológicamente, son las que se ubican en torno a los pequeños ríos El Manzano y El Molino, en su parte baja cercana a la misma localidad de Pelluhue. Esta área posee suelos con lomajes y pendientes sobre el 3%, siendo franco limosos y profundos.

Los predios son de tamaño pequeño, fuertemente atomizados. Si bien en áreas aledañas existe una fuerte presencia del cultivo de frutilla, principalmente con agua de vertientes, en la zona que interesaría infiltrar, los cultivos son íntegramente de secano, destacando el trigo y algunas chacras.

El hecho de poder captar aguas de uno de estos ríos (El Manzano o El Molino) y trasladarla gravitacionalmente hasta eventuales sitios de recarga artificial, le da una innegable ventaja, así sea que los pozos de extracción de agua subterránea no tengan altos rendimientos.

Debido a ello es que aquí se estima factible un proyecto de recarga artificial que capte aguas desde el río El Molino y recargue la napa aguas arriba de las áreas de riego mediante pozas de infiltración o zanjas, según sea la disponibilidad de espacio.

6.25 Subcuenca Nº25: Costeras al Sur de Curanipe

Este sector comprende la cuenca costera del extremo Sur de la Región, dentro de la cual existe un área agrícola de cierta importancia, denominada Chovellén.

Desde el punto de vista hidrogeológico, en el sector existen acuíferos de alguna importancia, que se han formado principalmente como resultado de la depositación de sedimentos de origen marino, eólico y, sólo parcialmente, aluviales.

En el área de Chovellén se observan algunos rellenos sedimentarios. Sin embargo, considerando que se desarrollan en un cajón muy estrecho y profundo, cualquier esfuerzo por implementar un proyecto de recarga artificial, pasaría necesariamente por tener que elevar el agua, hasta las terrazas altas de esta cuenca, unos 80 a 100 m.

Dado que el río Chovellén presenta un flujo permanente, por tener una cuenca aportante de más de 200 km^2, existen recursos que son usados directamente en el riego. Es posible que allí pudiera construirse una obra de acumulación de agua o embalse en el río, pero para reforzar directamente el riego y no para proyectos de recarga artificial. Esto último queda reforzado por el hecho que en estudios anteriores se ha caracterizado los rellenos de esta cuenca, llegando a determinarse que es posible extraer de allí caudales del orden de sólo 2 l/s de pozos, lo que señala la precariedad de esas formaciones acuíferas.

6.26 Subcuenca Nº26: Vaquería

El estero Vaquería es una pequeña cuenca que está en el borde Sur de la VII Región y que drena directamente al río Perquilauquén. Se ha identificado en forma separada por no pertenecer a ninguna de las cuencas o subcuencas que han sido descritas en este estudio separadamente.

Sus características hidrogeológicas están determinadas por el río Perquilauquén que, viniendo desde el Este, justamente a la altura del área que ocupa esta pequeña cuenca, tuerce hacia el Norte. Según esto, los rellenos sedimentarios de esta cuenca han sido casi íntegramente depositados por el río mayor y por tanto poseen características hidrogeológicas muy interesantes para el aprovechamiento de aguas subterráneas, razón por la cual no ha sido considerada como un área potencial para establecer allí un proyecto de recarga artificial.

6.27 Sectores Propuestos

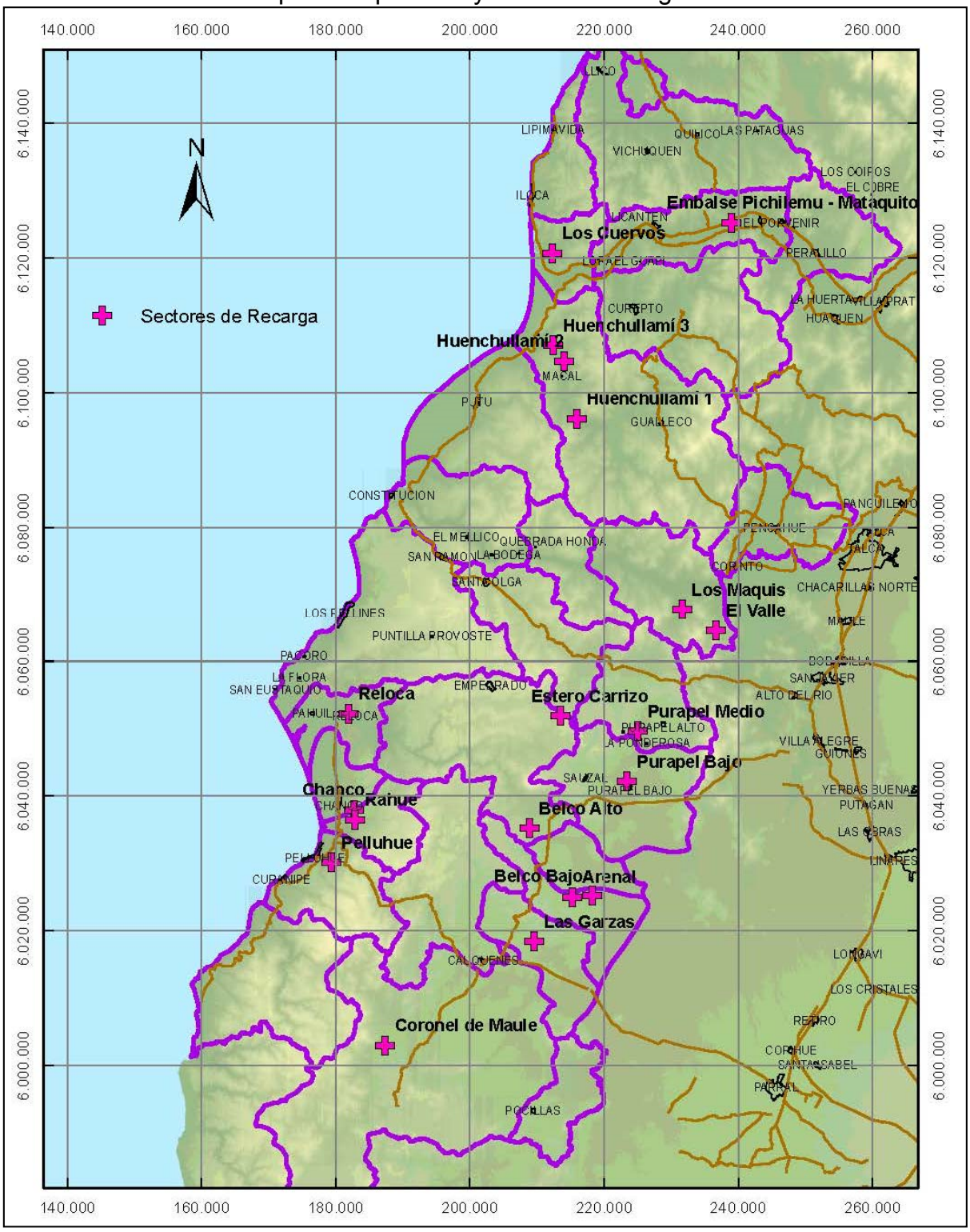
Realizado el análisis de las principales características de las subcuencas del área de estudio, los sectores propuestos para ser estudiados en mayor detalle y determinar la factibilidad de desarrollar en ellos proyectos de recarga artificial de acuíferos son los 19 que se presentan en la Tabla 6-1 siguiente y que se pueden observar en la Figura 6-1. Se ha indicado además en la última columna, las alternativas recomendadas para realizar la recarga, en función de las características de cada sector

Tabla 6-1
Sectores Propuestos para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos

Sector Nº	Subcuenca Nº	Subcuenca	Nombre Proyecto	Posibles Métodos de Recarga
1	3	Mataquito - Costa	Los Cuervos	1.Zanjas de infiltración 2.Piscinas de Infiltración
2	4	Mataquito-Hualañé-Licantén	Pichilemu	1.Piscinas de infiltración 2.Zanjas de Infiltración
3	7	Huenchullamí	Huenchullamí 1	1.Zanjas de infiltración 2.Espigones en Cauce
4	7	Huenchullamí	Huenchullamí 2	1.Zanjas de infiltración 2.Piscinas de Infiltración
5	7	Huenchullamí	Huenchullamí 3	1.Piscinas de infiltración 2.Zanjas de Infiltración
6	11	Maule Curtiduría	Los Maquis	1.Zanjas de infiltración 2.Piscinas de Infiltración
7	11	Maule Curtiduría	El Valle	1.Zanjas de infiltración 2.Piscinas de Infiltración
8	16	Empedrado	Estero Carrizo	1.Pretiles 2.Zanjas de Infiltración
9	17	Reloca	Reloca	1.Zanjas de infiltración 2.Piscinas de Infiltración
10	18	Chanco	Chanco	1.Zanjas de infiltración 2.Piscinas de Infiltración
11	19	Rahue	Rahue	1.Zanjas de infiltración 2.Piscinas de Infiltración
12	14	Purapel Medio	Purapel Medio	1.Piscinas de infiltración 2.Zanjas de Infiltración
13	15	Purapel Bajo	Purapel Bajo	1.Piscinas de infiltración 2.Zanjas de Infiltración
14	20	Belco	Belco Alto	1.Piscinas de infiltración 2.Pozos de Infiltración
15	20	Belco	Belco Bajo	1.Piscinas de infiltración 2.Pozos de Infiltración
16	21	Cauquenes Arenal	Arenal	1.Piscinas de infiltración 2.Pozos de Infiltración
17	22	Cauquenes Las Garzas	Las Garzas	1.Piscinas de infiltración 2.Pozos de Infiltración
18	23	Cauquenes-Huedque	Coronel de Maule	1.Zanjas de infiltración 2.Piscinas de Infiltración
19	24	Curanipe	Pelluhue	1.Zanjas de infiltración 2.Piscinas de Infiltración

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-1
Ubicación Sectores Propuestos para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos



Coordenadas UTM según Datum WGS 84 y Huso 19 S.
Fuente: Elaboración propia.

Tal como se indicó al comienzo del capítulo, para sistematizar la forma de evaluar los sectores se ha definido una metodología que define un índice compuesto para cada sector, que da cuenta de la aptitud de dicho sector para recibir recarga artificial del acuífero.

Las variables consideradas para evaluar cada sector son tres; nivel estático, coeficiente de permeabilidad y volumen del acuífero susceptible de ser saturado, por lo que se definió un índice asociado a cada una de ellas.

En base a la experiencia del Consultor en estudios relacionados con recarga, se ha determinado lo siguiente: al índice de profundidad del nivel estático se le asignó una ponderación de (0 a 3,5), al índice de coeficiente de permeabilidad se le asignó una ponderación de (0 a 1) y al índice de volumen susceptible de ser saturado, se le asignó una ponderación de (0 a 0,5).

La forma en que se determinaron los índices señalados es la siguiente:

Índice de profundidad del nivel estático:

Para un sector k, con profundidad del nivel freático h_k, el índice se calcula como:

$$I_h^k = 3.5 \cdot (\Omega_k - \min[h_j]) / (\max[h_j] - \min[h_j])$$

Con h_j = profundidades de los niveles estáticos de todos los sectores estudiados (j = 1 a 19)

El **índice de permeabilidad** fue determinado en forma análoga a lo señalado para el índice anterior.

Índice de Volumen susceptible de ser saturado:

Para un sector k, de volumen Ω_k, el índice se calcula como:

$$I_\Omega^k = 0.5 \cdot (\Omega_k - \min[\Omega_j]) / (\max[\Omega_j] - \min[\Omega_j])$$

Con Ω_j = volúmenes de todos los sectores estudiados (j = 1 a 19) y corresponden al área de la superficie infiltrable multiplicada por el espesor útil del acuífero en el sector, que se ha definido como la profundidad del nivel estático menos 1 m. Solo en el caso del sector Coronel de Maule, en la subcuenca Cauquenes Huedque, se consideró un espesor útil igual al nivel estático menos 0,5 m, pro que el nivel medido es menor a 1 m.

Finalmente, el índice de recarga compuesto se calculó para cada sector como:

$$I_R = N \cdot (I_{NE} + I_k + I_\Omega)$$

con N = normalización entre 0 y 100 y en que, I_{NE} es el índice de nivel estático o de profundidad de éste, I_k es el índice de permeabilidad e I_Ω es el índice de volumen susceptible de ser saturado.

Los resultados de la determinación de los índices por sectores se presentan en la Tabla 6-2. Además, en la Tabla 6-3 se muestra el ranking de los sectores que serían más aptos para la recarga artificial de acuíferos, de acuerdo a dicho índice. No debe olvidarse que esta información debe cruzarse con la disponibilidad de aguas para la recarga, lo que puede hacer que un sector muy apto no tenga recursos para tal efecto.

Tabla 6-2
Determinación del Índice de Aptitud para Recibir Recarga Artificial de Acuíferos

Sector Nº	Subcuenca	Nombre	NE	I-NE	K	I-K	Sup	Espesor	Volumen	I-VOL	Suma	Índice
	Nº		(m)		(m/s)		(m2)	(m)	(m3)			Compuesto
1	3	Los Cuervos	4,55	0,92	7,00E-04	0,70	786.400	3,55	2.791.720	0,056	1,673	44,1
2	4	Pichilemu	4,90	1,00	4,75E-04	0,47	641.058	3,90	2.500.126	0,050	1,524	39,9
3	7	Huenchullamí 1	5,20	1,07	5,00E-05	0,05	72.069	4,20	302.690	0,005	1,123	28,7
4	7	Huenchullamí 2	5,00	1,02	5,00E-05	0,05	408.220	4,00	1.632.880	0,032	1,103	28,2
5	7	Huenchullamí 3	4,80	0,98	5,00E-05	0,05	497.004	3,80	1.888.615	0,037	1,061	27,0
6	11	Los Maquis	2,30	0,38	1,34E-05	0,01	242.039	1,30	314.651	0,005	0,397	8,4
7	11	El Valle	2,73	0,49	1,00E-03	1,00	669.404	1,73	1.158.069	0,022	1,507	39,5
8	16	Estero Carrizo	3,48	0,66	1,00E-05	0,01	671.599	2,48	1.665.566	0,033	0,702	17,0
9	17	Reloca	8,00	1,74	3,80E-06	0,00	81.844	7,00	572.908	0,010	1,748	46,2
10	18	Chanco	12,02	2,69	4,00E-06	0,00	191.762	11,02	2.113.217	0,042	2,736	73,9
11	19	Rahue	8,00	1,74	4,20E-06	0,00	458.989	7,00	3.212.923	0,065	1,803	47,8
12	14	Purapel Medio	5,50	1,14	8,00E-05	0,08	1.527.786	4,50	6.875.037	0,140	1,360	35,4
13	15	Purapel Bajo	4,00	0,79	5,00E-04	0,50	1.988.717	3,00	5.966.151	0,121	1,406	36,7
14	20	Belco Alto	9,06	1,99	2,60E-04	0,26	3.020.599	8,06	24.346.028	0,500	2,747	74,2
15	20	Belco Bajo	7,50	1,62	5,00E-04	0,50	1.195.027	6,50	7.767.676	0,158	2,276	61,0
16	21	Cauquenes Arenal	1,36	0,16	8,00E-06	0,00	209.506	0,36	75.422	0,000	0,164	1,9
17	22	Cauquenes Las Garzas	1,58	0,21	8,00E-06	0,00	3.002.815	0,58	1.741.633	0,034	0,250	4,3
18	23	Coronel de Maule	0,69	0,00	1,00E-04	0,10	438.326	0,19	83.282	0,000	0,097	0,0
19	24	Pelluhue	15,41	3,50	1,40E-04	0,14	115.940	14,41	1.670.695	0,033	3,670	100,0
		máx	15,41		1,00E-03				24.346.028		3,670	
		mín	0,69		3,80E-06				75.422		0,097	

NE: Nivel Estático.
I-NE: Índice de Nivel Estático.
K: Coeficiente de Permeabilidad.
I-K: Índice de Permeabilidad.
I-VOL: Índice de Volumen.

Tabla 6-3
Ranking de Sectores Favorables para la Recarga artificial de Acuíferos

Sector Nº	Subcuenca	Nombre	NE	I-NE	K	I-K	Sup	Espesor	Volumen	I-SUP	Suma	Índice
	Nº		(m)		(m/s)		(m2)	(m)	(m3)			Compuesto
19	24	Pelluhue	15,41	3,50	1,40E-04	0,14	115.940	14,41	1.670.695	0,033	3,670	100,0
14	20	Belco Alto	9,06	1,99	2,60E-04	0,26	3.020.599	8,06	24.346.028	0,500	2,747	74,2
10	18	Chanco	12,02	2,69	4,00E-06	0,00	191.762	11,02	2.113.217	0,042	2,736	73,9
15	20	Belco Bajo	7,50	1,62	5,00E-04	0,50	1.195.027	6,50	7.767.676	0,158	2,276	61,0
11	19	Rahue	8,00	1,74	4,20E-06	0,00	458.989	7,00	3.212.923	0,065	1,803	47,8
9	17	Reloca	8,00	1,74	3,80E-06	0,00	81.844	7,00	572.908	0,010	1,748	46,2
1	3	Los Cuervos	4,55	0,92	7,00E-04	0,70	786.400	3,55	2.791.720	0,056	1,673	44,1
2	4	Pichilemu	4,90	1,00	4,75E-04	0,47	641.058	3,90	2.500.126	0,050	1,524	39,9
7	11	El Valle	2,73	0,49	1,00E-03	1,00	669.404	1,73	1.158.069	0,022	1,507	39,5
13	15	Purapel Bajo	4,00	0,79	5,00E-04	0,50	1.988.717	3,00	5.966.151	0,121	1,406	36,7
12	14	Purapel Medio	5,50	1,14	8,00E-05	0,08	1.527.786	4,50	6.875.037	0,140	1,360	35,4
3	7	Huenchullamí 1	5,20	1,07	5,00E-05	0,05	72.069	4,20	302.690	0,005	1,123	28,7
4	7	Huenchullamí 2	5,00	1,02	5,00E-05	0,05	408.220	4,00	1.632.880	0,032	1,103	28,2
5	7	Huenchullamí 3	4,80	0,98	5,00E-05	0,05	497.004	3,80	1.888.615	0,037	1,061	27,0
8	16	Estero Carrizo	3,48	0,66	1,00E-05	0,01	671.599	2,48	1.665.566	0,033	0,702	17,0
6	11	Los Maquis	2,30	0,38	1,34E-05	0,01	242.039	1,30	314.651	0,005	0,397	8,4
17	22	Cauquenes Las Garzas	1,58	0,21	8,00E-06	0,00	3.002.815	0,58	1.741.633	0,034	0,250	4,3
16	21	Cauquenes Arenal	1,36	0,16	8,00E-06	0,00	209.506	0,36	75.422	0,000	0,164	1,9
18	23	Coronel de Maule	0,69	0,00	1,00E-04	0,10	438.326	0,19	83.282	0,000	0,097	0,0

NE: Nivel Estático.
I-NE: Índice de Nivel Estático.
K: Coeficiente de Permeabilidad.
I-K: Índice de Permeabilidad.
I-VOL: Índice de Volumen.

7 DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL DE LOS PROYECTOS

Los proyectos de recarga artificial requieren para su adecuado funcionamiento, de agua para ser infiltrada o inyectada en los acuíferos. Dichas aguas pueden ser de la propia cuenca (recursos de regantes que no son utilizados en invierno o recursos eventuales que podrían solicitarse a la DGA) o aguas importadas desde cuencas vecinas (trasvase) en caso de que haya disponibilidad para ello.

En las cuencas del secano del Maule, las cuencas de algunos ríos y de pequeños esteros no tienen un respaldo hidrológico que les permita tener flujos permanentes ni grandes caudales de invierno, por lo que los caudales disponibles para la recarga son escasos o nulos. Frente a esto, surge la alternativa de considerar el trasvase de caudales desde cuencas con disponibilidad.

En atención a las magnitudes de sus caudales, los ríos que han sido considerados como alternativas para contribuir con recursos para ser trasvasados son el Mataquito y el Maule.

Se evaluará en cada caso, como primera alternativa (A), el uso de recursos propios de la cuenca y como segunda alternativa (B), la posibilidad de realizar trasvase desde alguno de estos ríos, pero debe tenerse presente que si las impulsiones son de mucha longitud, los costos hacen inviables los proyectos. Se ha considerado preliminarmente que longitudes de aducción de más de 5 km son incompatibles con los proyectos de recarga, en atención al alto costo que demandan las inversiones y a los limitados retornos esperados.

A continuación se presentan las descripciones conceptuales de los proyectos considerados.

7.1 Subcuenca Mataquito Costa – Proyecto Los Cuervos

En esta cuenca se ha identificado un área favorable para recarga artificial del acuífero, la que se ubica en la subcuenca del estero Los Cuervos y que se ha denominado Proyecto Los Cuervos.

- Alternativa A:

El proyecto preliminarmente contempla construir un pretil sobre el eje del estero Los Cuervos, en el tramo medio de éste, de forma de almacenar parte de los flujos de invierno, para posteriormente conducirlos gravitacionalmente hasta el sector de recarga, desde donde se concretaría el proceso mediante zanjas o piscinas de infiltración.

- Alternativa B:

También se contempla, como segunda alternativa, la posibilidad de utilizar caudales de invierno del río Mataquito, para trasvasarlos a la subcuenca del estero Los Cuervos mediante una impulsión de aproximadamente 4.500 m de longitud.

En la Figura 7-1 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-1
Esquema Conceptual del Proyecto Los Cuervos



Fuente: Elaboración propia.

7.2 Subcuenca Mataquito Hualañé Licantén – Proyecto Pichilemu

En esta cuenca se ha identificado un área favorable para recarga artificial del acuífero, la que se ubica en la ribera derecha del río Mataquito, justo aguas abajo de la confluencia con el estero Pichilemu.

- Alternativa A:

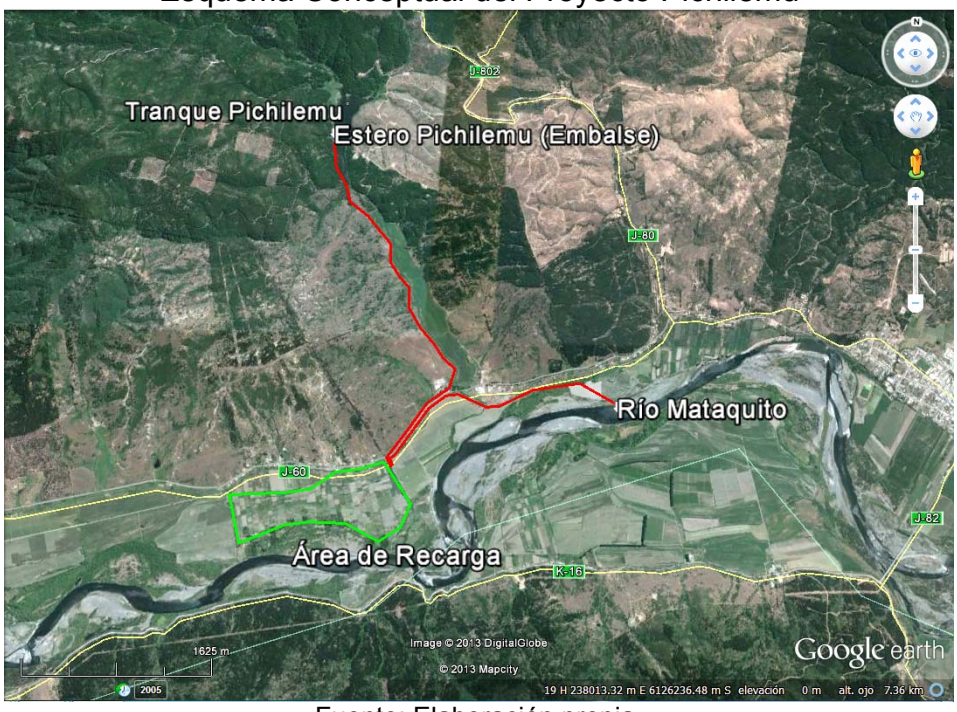
El proyecto preliminarmente contempla aprovechar los excedentes de invierno que se generan en la cuenca del estero Pichilemu, donde existe un pequeño embalse de regulación que utiliza parcialmente los recursos hídricos generados en la cuenca. Los flujos de invierno que no sean captados por el embalse podrían ser conducidos gravitacionalmente, mediante canal o tubería, hasta el sector de recarga que se ubica, tal como ya se indicó, en la ribera derecha del río Mataquito, aguas abajo de la confluencia con el estero Pichilemu.

- Alternativa B:

También se contempla, como segunda alternativa, la posibilidad de utilizar caudales de invierno del río Mataquito, los que serían conducidos al área de recarga mediante una aducción, que puede ser gravitacional o con elevación mecánica, de aproximadamente 3200 m de longitud.

En la Figura 7-2 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-2
Esquema Conceptual del Proyecto Pichilemu



Fuente: Elaboración propia.

7.3 Subcuenca Huenchullamí – Proyecto Huenchullamí 1

El proyecto denominado Huenchullamí 1 se ubica en el sector de más aguas arriba de los tres sectores favorables para recarga artificial de acuífero que se han identificado en esta subcuenca.

- Alternativa A:

El proyecto preliminarmente contempla construir un pretil sobre el eje río Huenchullamí, en el tramo medio de éste, de forma de almacenar parte de los flujos de invierno, para posteriormente conducirlos gravitacionalmente hasta los sectores de recarga, desde donde se concretaría el proceso mediante zanjas o piscinas de infiltración.

- Alternativa B:

En este proyecto, considerando la distancia a los grandes ríos de la región (más de 5 km), no resultaría económicamente factible una impulsión para realizar trasvase.

En la Figura 7-3 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-3
Esquema Conceptual del Proyecto Huenchullamí 1



Fuente: Elaboración propia.

7.4 Subcuenca Huenchullamí – Proyecto Huenchullamí 2

El proyecto denominado Huenchullamí 2 se ubica en el sector medio de los tres sectores favorables para recarga artificial de acuífero que se han identificado en esta subcuenca.

- Alternativa A:

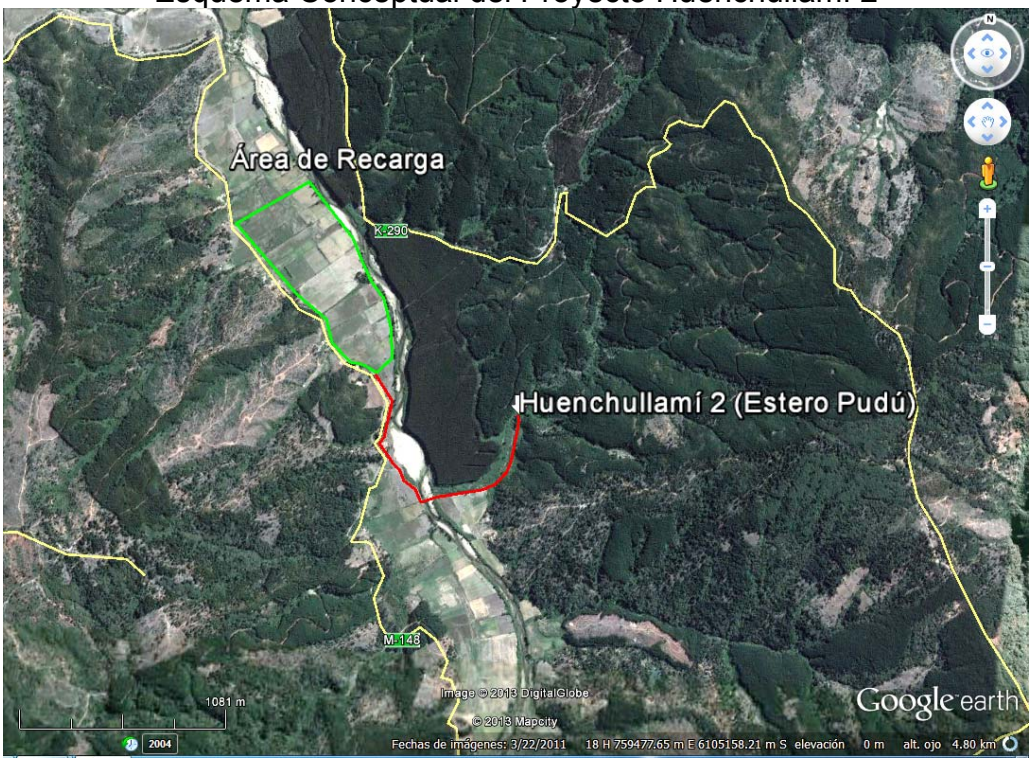
El proyecto preliminarmente contempla captar flujos de invierno del estero Pudú, afluente lateral al río Huenchullamí en su zona media, y conducirlos a través de una aducción de 1600 m, gravitacional o con elevación mecánica, hasta sectores favorables para la recarga de acuíferos que se ubican en la zona baja del río Huenchullamí, donde se concretaría el proceso mediante zanjas o piscinas de infiltración.

- Alternativa B:

En este proyecto, considerando la distancia a los grandes ríos de la región (más de 5 km), no resultaría económicamente factible una impulsión para realizar trasvase.

En la Figura 7-4 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-4
Esquema Conceptual del Proyecto Huenchullamí 2



Fuente: Elaboración propia.

7.5 Subcuenca Huenchullamí – Proyecto Huenchullamí 3

El proyecto denominado Huenchullamí 3 se ubica en el sector más aguas abajo los tres sectores favorables para recarga artificial de acuífero que se han identificado en esta subcuenca.

- Alternativa A:

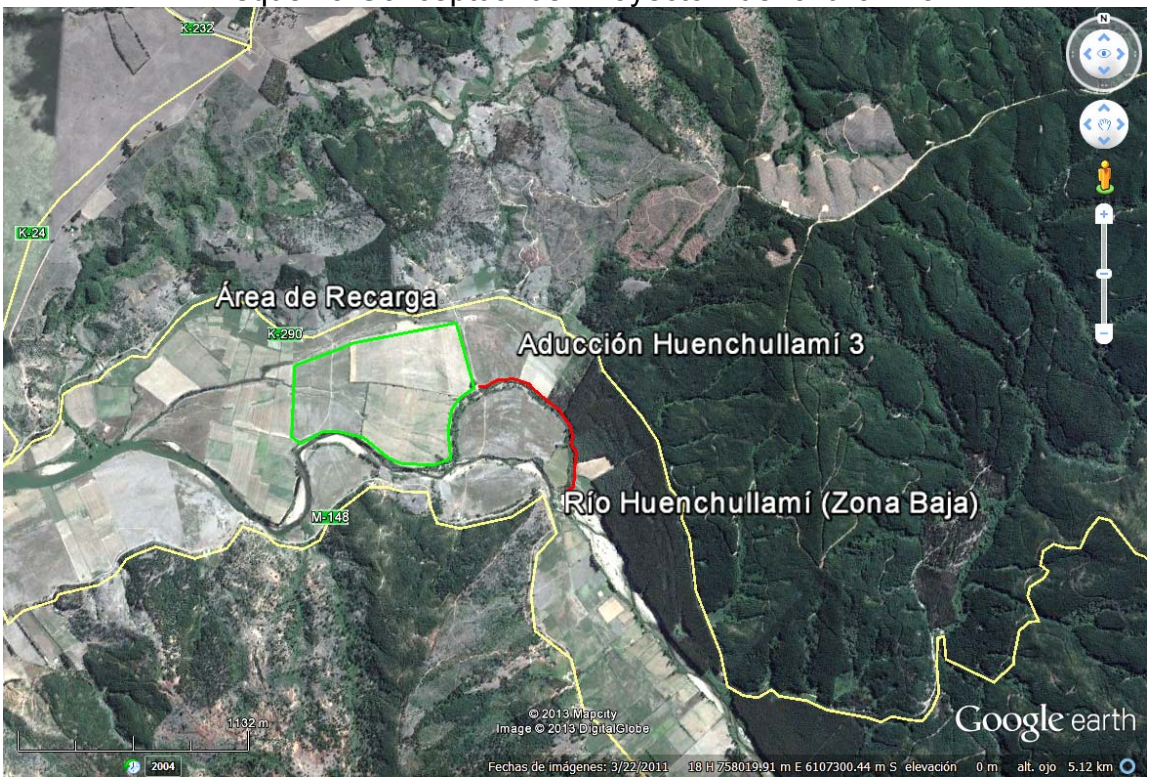
El proyecto preliminarmente contempla construir una obra de toma sobre el río Huenchullamí, en el tramo bajo de éste, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción de aproximadamente 1000 m de longitud, gravitacionalmente o mediante elevación mecánica hasta los sectores de recarga, desde donde se concretaría el proceso mediante zanjas o piscinas de infiltración.

- Alternativa B:

En este proyecto, al igual que en los dos casos anteriores, considerando la distancia a los grandes ríos de la región (más de 5 km), no resultaría económicamente factible una impulsión para realizar trasvase.

En la Figura 7-5 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-5
Esquema Conceptual del Proyecto Huenchullamí 3



Fuente: Elaboración propia.

7.6 Cuenca Maule Curtiduría – Proyecto Los Maquis

En esta cuenca se ha identificado un área favorable para recarga artificial del acuífero, la que se ubica en la subcuenca del estero Los Maquis y que se ha denominado Proyecto Los Maquis.

- Alternativa A:

El proyecto preliminarmente contempla construir un pretil sobre el eje del estero Los Maquis, en la zona alta de éste, donde anteriormente hubo un pequeño tranque de acumulación, que por problemas constructivos duró menos de 5 años y fue destruido por una crecida. El pretil permitiría almacenar parte de los flujos de invierno, para posteriormente conducirlos gravitacionalmente, a través de una aducción de 1600 m de longitud, hasta el sector de recarga, desde donde se concretaría el proceso mediante zanjas o piscinas de infiltración.

- Alternativa B:

También se contempla, como segunda alternativa, la posibilidad de utilizar caudales de invierno del río Mataquito, para trasvasarlos a la subcuenca del estero Los Maquis mediante una impulsión de aproximadamente 4000 m de longitud.

En la Figura 7-6 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-6
Esquema Conceptual del Proyecto Los Maquis



Fuente: Elaboración propia.

7.7 Cuenca Maule Curtiduría – Proyecto El Valle

En esta cuenca se ha identificado un área favorable para recarga artificial del acuífero, la que se ubica en la subcuenca del estero El Valle y que se ha denominado Proyecto El Valle.

- Alternativa A:

El proyecto preliminarmente contempla aprovechar los excedentes de invierno que se generan en la cuenca del estero El Valle, donde existe un embalse de regulación de mediana capacidad (400.000 m^3) que utiliza parcialmente los recursos hídricos generados en la cuenca.

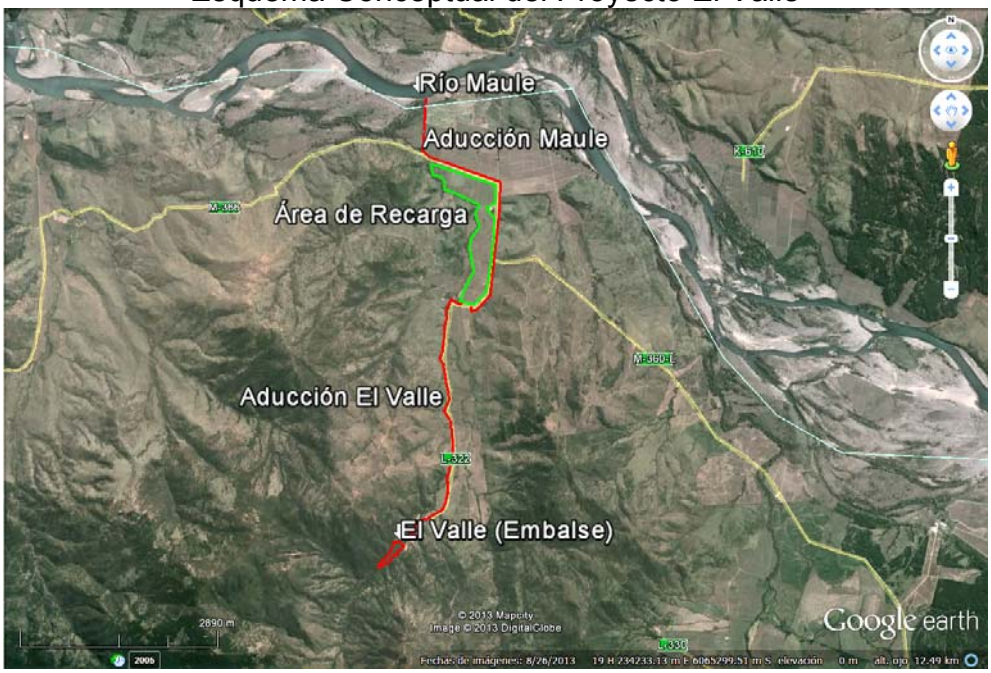
Los flujos de invierno que no sean captados por el embalse podrían ser conducidos gravitacionalmente, mediante canal o tubería, hasta el sector de recarga que se ubica en la zona baja de la misma subcuenca.

- Alternativa B:

También se contempla, como segunda alternativa, la posibilidad de utilizar caudales de invierno del río Maule, los que serían conducidos al área de recarga mediante una aducción con elevación mecánica, de aproximadamente 3200 m de longitud.

En la Figura 7-7 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-7
Esquema Conceptual del Proyecto El Valle



Fuente: Elaboración propia.

7.8 Cuenca Empedrado – Proyecto Estero Carrizo

- Alternativa A:

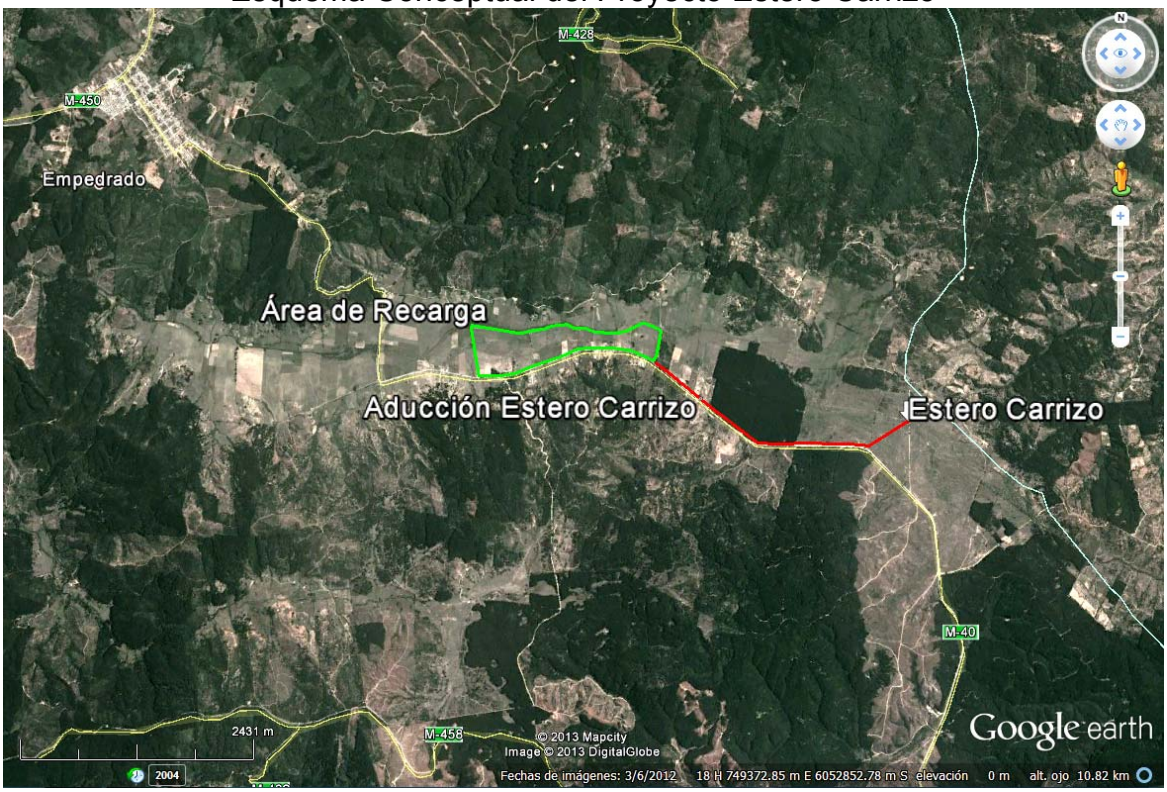
El proyecto preliminarmente contempla construir una obra de toma sobre el estero Carrizo, en un punto que se ubica aproximadamente 10 km al suroriente de la localidad de empedrado, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para acumularlos en presas de pequeña altura y luego conducirlos en una aducción de aproximadamente 3100 m de longitud, gravitacionalmente o mediante elevación mecánica hasta los sectores de recarga, desde donde se concretaría el proceso mediante zanjas o piscinas de infiltración.

- Alternativa B:

En este proyecto, considerando la distancia a los grandes ríos de la región, no resultaría económicamente factible una impulsión para realizar trasvase.

En la Figura 7-8 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-8
Esquema Conceptual del Proyecto Estero Carrizo



Fuente: Elaboración propia.

7.9 Cuenca Reloca – Proyecto Reloca

- Alternativa A:

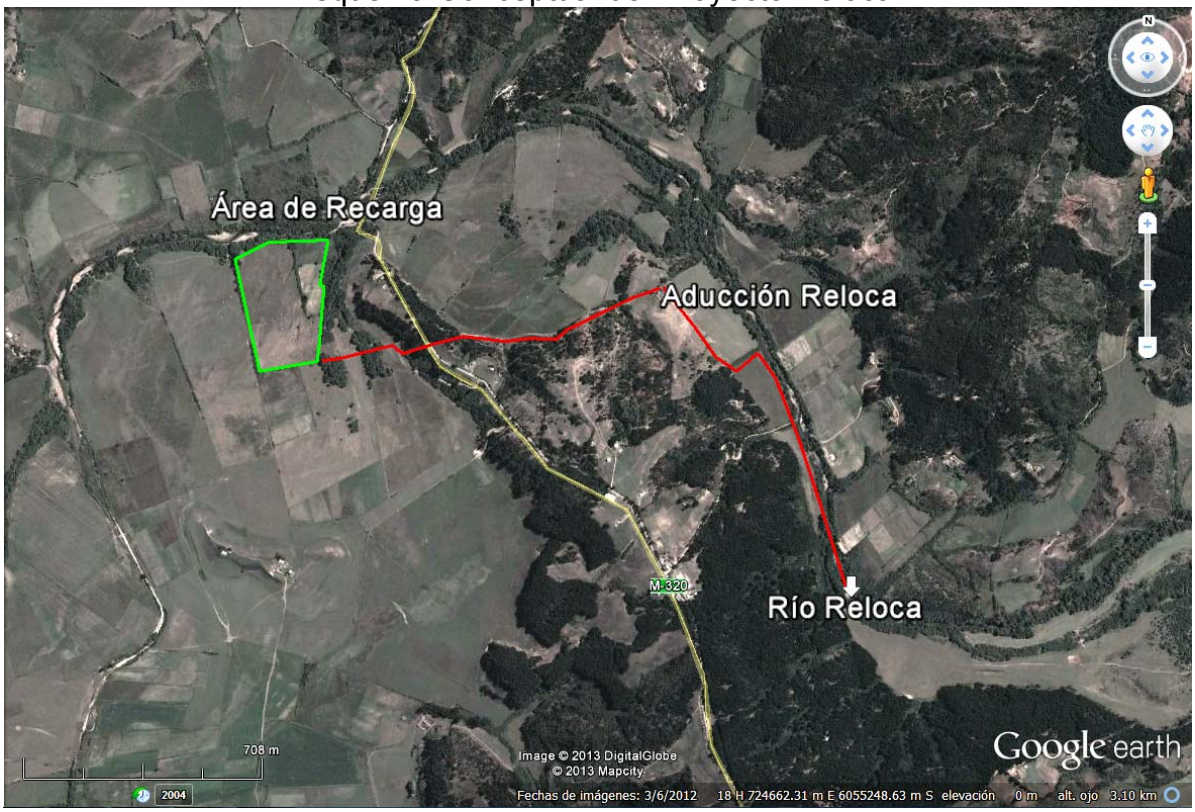
El proyecto preliminarmente contempla construir una obra de toma sobre el río Reloca, en el tramo medio de éste, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción de aproximadamente 2300 m de longitud, gravitacionalmente o mediante elevación mecánica hasta los sectores de recarga, desde donde se concretaría el proceso mediante zanjas o piscinas de infiltración.

-Alternativa B:

En este proyecto, considerando la distancia a los grandes ríos de la región, no resultaría económicamente factible una impulsión para realizar trasvase.

En la Figura 7-9 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-9
Esquema Conceptual del Proyecto Reloca



Fuente: Elaboración propia.

7.10 Cuenca Chanco – Proyecto Chanco

- Alternativa A:

El proyecto preliminarmente contempla construir una obra de toma sobre el estero Lircay, aguas abajo de la confluencia con los esteros Peralillo e Infiernillo, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción de aproximadamente 2300 m de longitud, mediante aducción gravitacional o elevación mecánica hasta los sectores de recarga, desde donde se concretaría el proceso mediante zanjas de infiltración.

- Alternativa B:

En este proyecto, considerando la distancia a los grandes ríos de la región, no resultaría económicamente factible una impulsión para realizar trasvase.

En la Figura 7-10 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-10
Esquema Conceptual del Proyecto Chanco



Fuente: Elaboración propia.

7.11 Cuenca Rahue – Proyecto Rahue

- Alternativa A:

El proyecto preliminarmente contempla construir una obra de toma sobre el estero Lircay, aguas debajo de la confluencia con los esteros Peralillo e Infiernillo, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción de aproximadamente 2500 m de longitud, mediante elevación mecánica hasta los sectores de recarga, desde donde se concretaría el proceso mediante zanjas de infiltración.

- Alternativa B:

En este proyecto, considerando la distancia a los grandes ríos de la región, no resultaría económicamente factible una impulsión para realizar trasvase.

En la Figura 7-11 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-11
Esquema Conceptual del Proyecto Rahue



Fuente: Elaboración propia.

7.12 Cuenca Purapel Medio – Proyecto Purapel Medio

- Alternativa A:

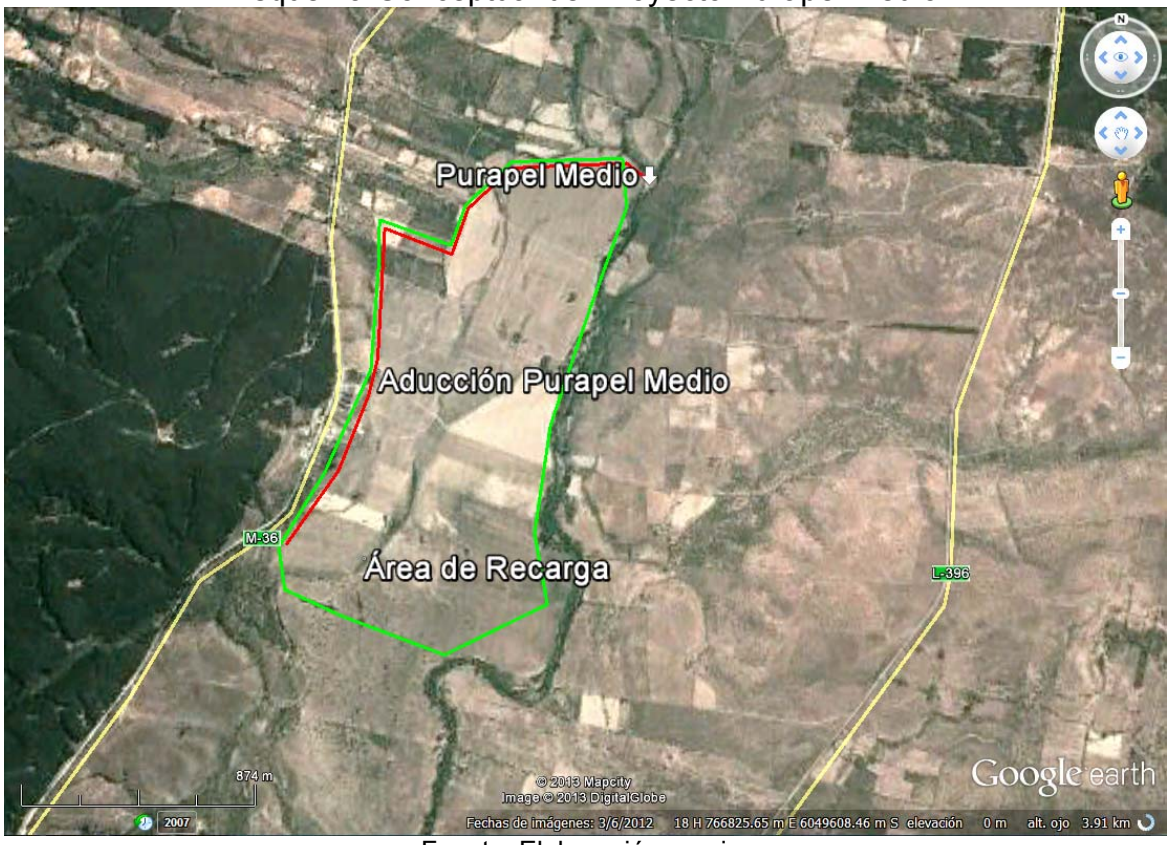
El proyecto preliminarmente contempla construir una obra de toma sobre el río Purapel, en el tramo medio de éste, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción de aproximadamente 2600 m de longitud, mediante elevación mecánica hasta los sectores de recarga, desde donde se concretaría el proceso mediante zanjas o piscinas de infiltración.

- Alternativa B:

En este proyecto, considerando la distancia a los grandes ríos de la región, no resultaría económicamente factible una impulsión para realizar trasvase.

En la Figura 7-12 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-12
Esquema Conceptual del Proyecto Purapel Medio



Fuente: Elaboración propia.

7.13 Cuenca Purapel Bajo – Proyecto Purapel Bajo

- Alternativa A:

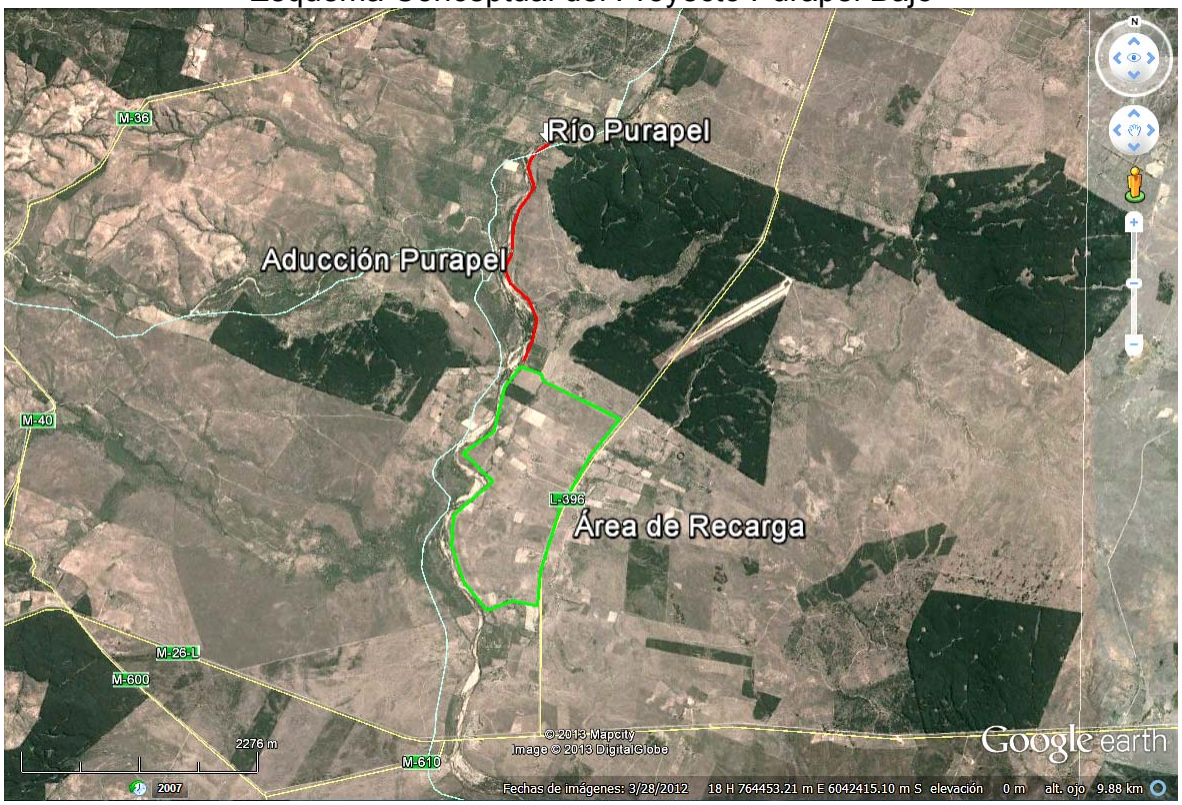
El proyecto preliminarmente contempla construir una obra de toma sobre el río Purapel, en el tramo bajo de éste, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción de aproximadamente 2400 m de longitud, gravitacionalmente o mediante elevación mecánica hasta los sectores de recarga, desde donde se concretaría el proceso mediante zanjas o piscinas de infiltración.

- Alternativa B:

En este proyecto, considerando la distancia a los grandes ríos de la región, no resultaría económicamente factible una impulsión para realizar trasvase.

En la Figura 7-13 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-13
Esquema Conceptual del Proyecto Purapel Bajo



Fuente: Elaboración propia.

7.14 Cuenca Belco – Proyecto Belco Alto

- Alternativa A:

Captación desde estero sin nombre y afluentes laterales al río Belco, para infiltrar recursos de invierno mediante lagunas o pozos de inyección, en función de las condiciones que se observe.

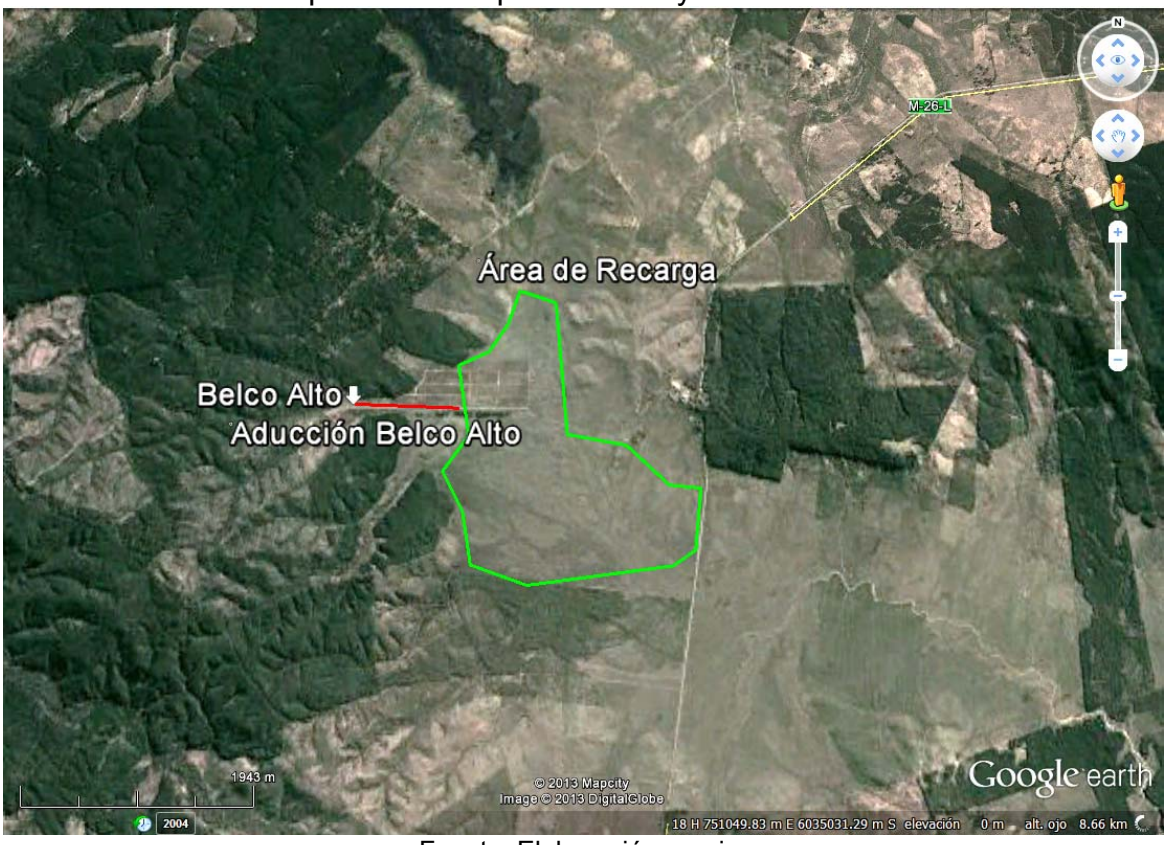
El proyecto preliminarmente contempla captar desde los afluentes laterales al río Belco en la zona alta, recursos de invierno para infiltrarlos mediante lagunas o pozos de inyección, en función de lo que se determine más adecuado a las características hidrogeológicas específicas del sector.

- Alternativa B:

En este proyecto, considerando la distancia a los grandes ríos de la región, no resultaría económicamente factible una impulsión para realizar trasvase.

En la Figura 7-14 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-14
Esquema Conceptual del Proyecto Belco Alto



Fuente: Elaboración propia.

7.15 Cuenca Belco – Proyecto Belco Bajo

- Alternativa A:

El proyecto preliminarmente contempla captar desde el río Belco en la zona baja o desde el río Perquilauquén, recursos de invierno para infiltrarlos mediante zanjas o pozos de inyección, en sectores vecinos.

- Alternativa B:

En este proyecto, considerando la distancia a los grandes ríos de la región, no resultaría económicamente factible una impulsión para realizar trasvase.

En la Figura 7-15 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-15
Esquema Conceptual del Proyecto Belco Bajo



Fuente: Elaboración propia.

7.16 Cuenca Cauquenes – Arenal – Proyecto Arenal

- Alternativa A:

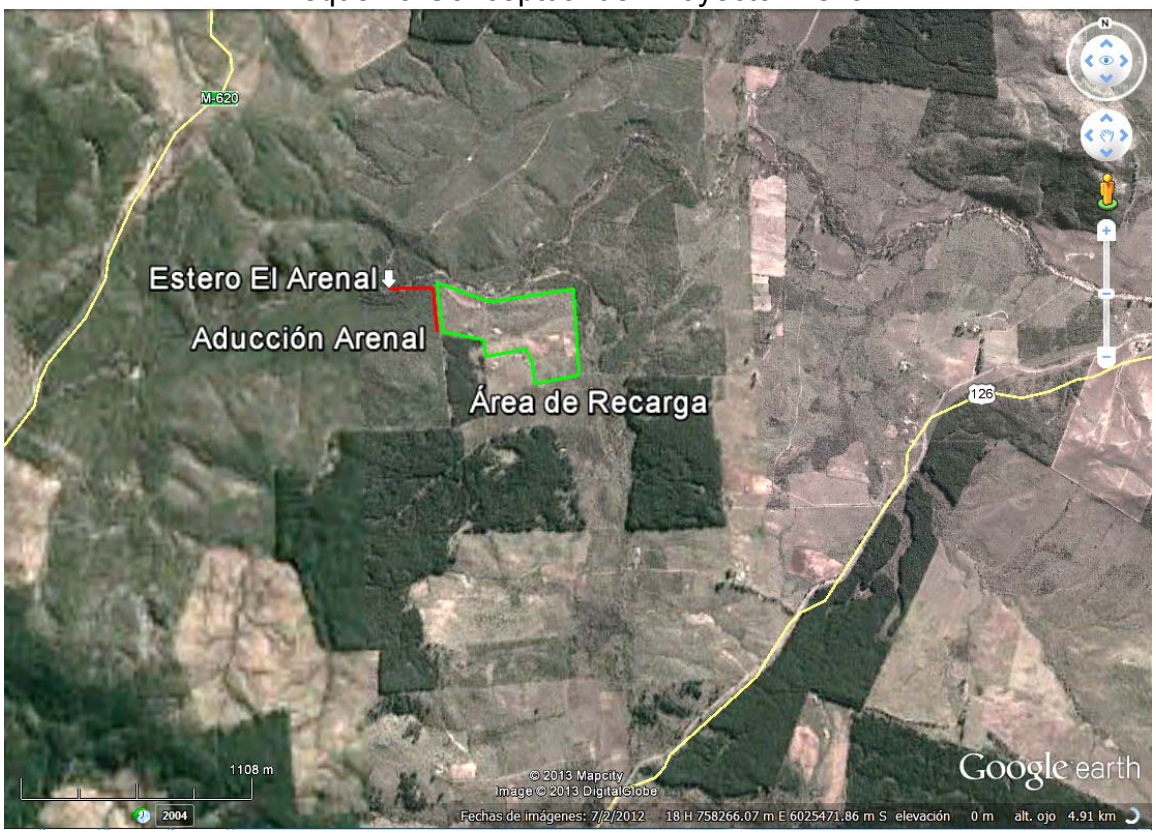
El proyecto preliminarmente contempla construir una obra de toma sobre el estero El Arenal, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción de aproximadamente 450 m de longitud, gravitacionalmente o mediante elevación mecánica hasta los sectores de recarga, desde donde se concretaría el proceso mediante zanjas o piscinas de infiltración.

- Alternativa B:

En este proyecto, considerando la distancia a los grandes ríos de la región, no resultaría económicamente factible una impulsión para realizar trasvase.

En la Figura 7-16 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-16
Esquema Conceptual del Proyecto Arenal



Fuente: Elaboración propia.

7.17 Cuenca Cauquenes – Las Garzas – Proyecto Las Garzas

- Alternativa A:

El proyecto preliminarmente contempla construir una obra de toma sobre el estero Las Garzas, y la construcción de un pequeño pretil, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para acumularlos y luego conducirlos a los sectores de recarga.

-Alternativa B:

En este proyecto, considerando la distancia a los grandes ríos de la región, no resultaría económicamente factible una impulsión para realizar trasvase.

En la Figura 7-17 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-17
Esquema Conceptual del Proyecto Las Garzas



Fuente: Elaboración propia.

7.18 Cuenca Cauquenes – Huedque – Proyecto Coronel de Maule

- Alternativa A:

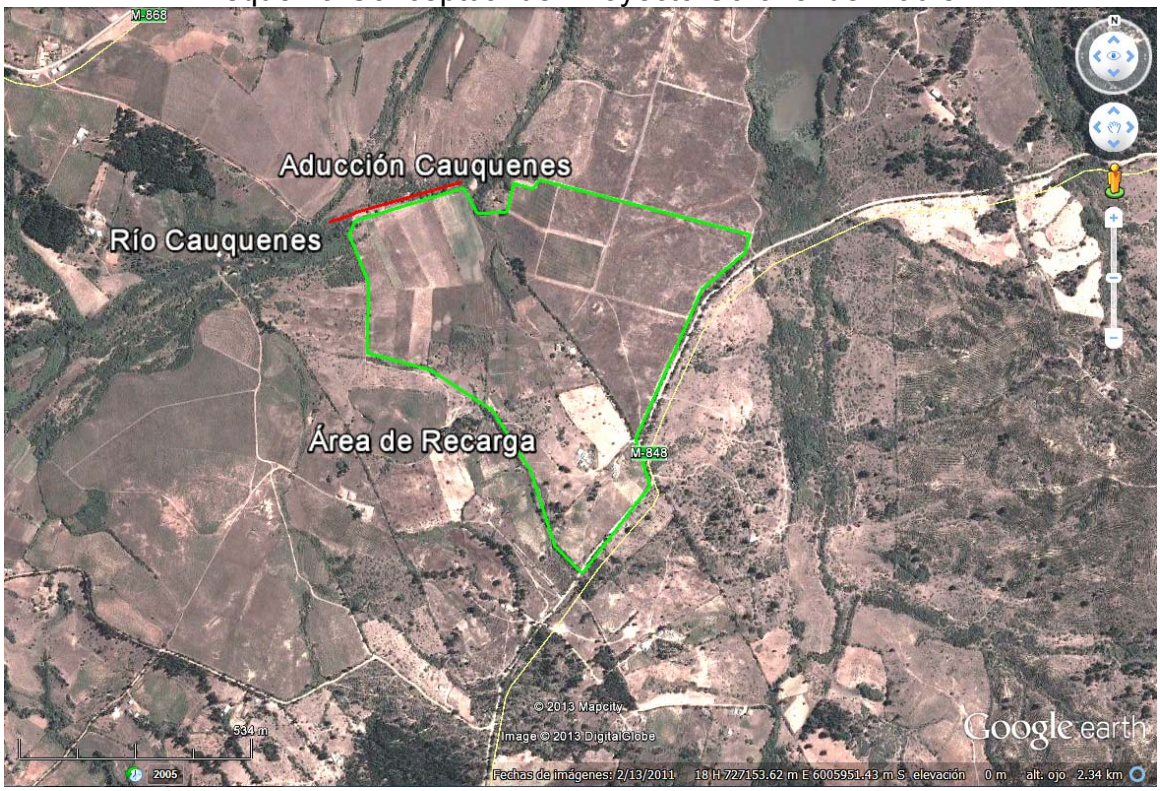
El proyecto preliminarmente contempla construir una obra de toma sobre el río Cauquenes, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción de aproximadamente 300 m de longitud, gravitacionalmente o mediante elevación mecánica hasta los sectores de recarga, desde donde se concretaría el proceso mediante zanjas o piscinas de infiltración.

- Alternativa B:

En este proyecto, considerando la distancia a los grandes ríos de la región, no resultaría económicamente factible una impulsión para realizar trasvase.

En la Figura 7-18 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-18
Esquema Conceptual del Proyecto Coronel de Maule



Fuente: Elaboración propia.

7.19 Cuenca Curanipe – Proyecto Pelluhue

- Alternativa A:

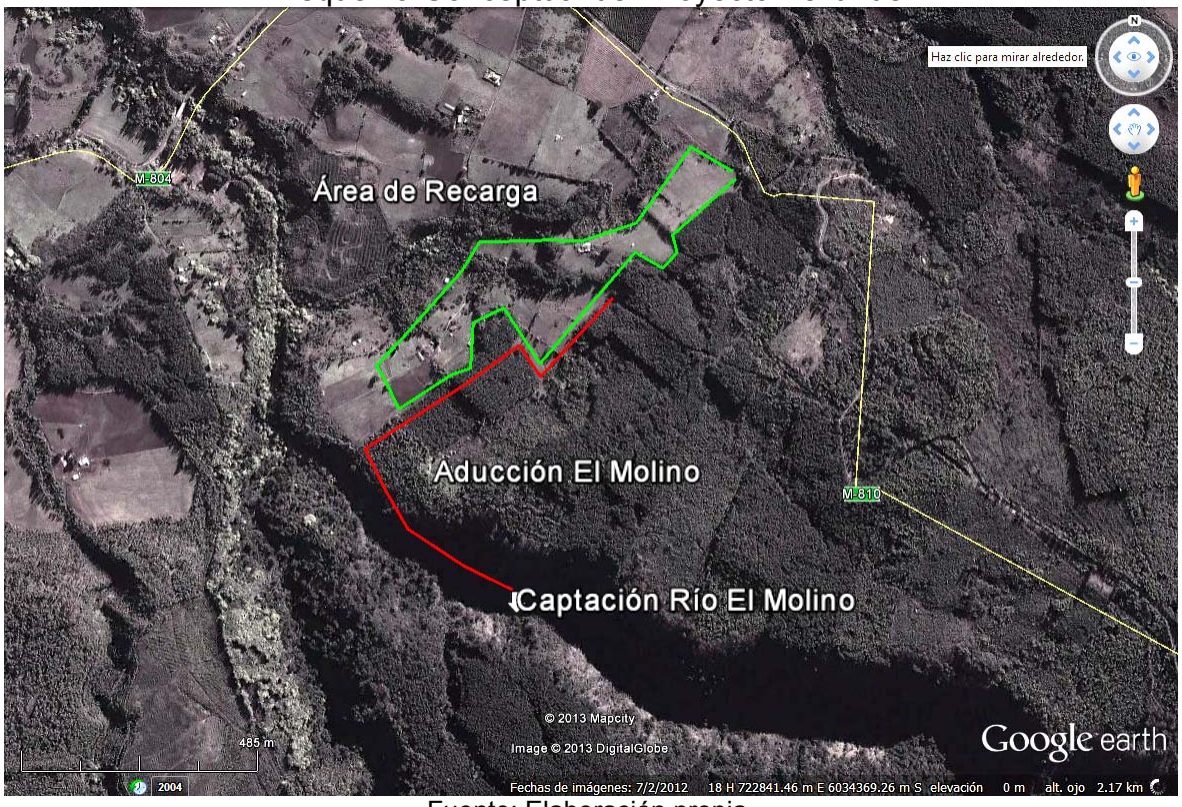
El proyecto preliminarmente contempla construir una obra de toma sobre el estero Los Molinos, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción de aproximadamente 1100 m de longitud, con elevación mecánica hasta los sectores de recarga, desde donde se concretaría el proceso mediante zanjas o piscinas de infiltración.

- Alternativa B:

En este proyecto, considerando la distancia a los grandes ríos de la región, no resultaría económicamente factible una impulsión para realizar trasvase.

En la Figura 7-19 se presenta un esquema conceptual del sistema descrito.

Figura 7-19
Esquema Conceptual del Proyecto Pelluhue



Fuente: Elaboración propia.

8 IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE AGUA PARA LA RECARGA

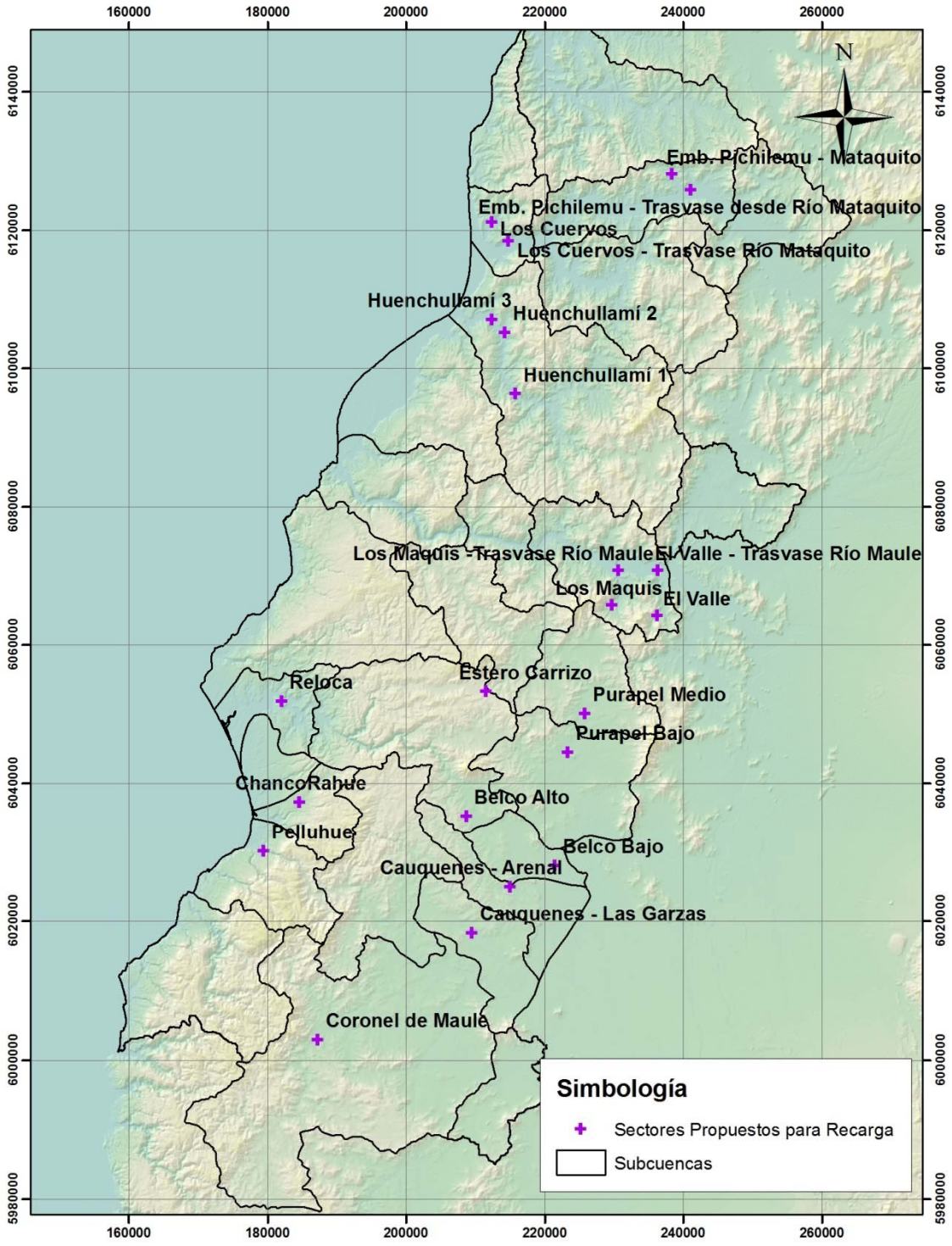
8.1 Puntos donde se ubicarían las obras de Captación

En los capítulos anteriores del estudio se identificó dentro de las 26 subcuencas que conforman el área de estudio, un total de 19 sectores potenciales donde podrían implementarse proyectos de recarga artificial de acuíferos.

En la Figura 8-1 se presentan los 19 sectores señalados y las 26 subcuencas. En forma complementaria, en la Tabla 8-1 se indican las coordenadas de los puntos de captación para los 19 sectores, las subcuencas a que pertenecen y una descripción conceptual de cada proyecto.

En la misma Tabla 8-1, para cada subcuenca numerada del 1 al 19, se establecen dos filas, en la primera se detalla el nombre del proyecto, ubicación y descripción, para la alternativa de utilizar recursos de la misma cuenca para la recarga, en tanto que en la segunda fila se indica la misma información, para los casos en que se podría realizar trasvase. De lo contrario, se indica sin opción de trasvase.

Figura 8-1
Ubicación Sectores Propuestos para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos



Datum: WGS84 Huso 19S
Elaboración propia

Tabla 8-1
Subcuencas, Sectores de Proyecto y de Puntos de Captación y Trasvase

Nº	Subcuenca	Proyecto	Ubicación Pto. de Captación o Trasvase		Descripción
			E(m)	N(m)	
1	Mataquito Costa	Los Cuervos (Con aguas del Estero Los Cuervos)	759.894	6.121.992	Captación desde el Estero Los Cuervos, recursos que se acumulan en el mismo estero, mediante pretil, para recargar sectores vecinos.
		Los Cuervos (Con trasvase desde Río Mataquito)	762.145	6.119.178	Captación desde río Mataquito, recursos que se conducen al área de recarga mediante aducción con elevación mecánica.
2	Mataquito-Hualañé-Licantén	Mataquito – Pichilemu (Con aguas del Estero Pichilemu)	238.340	6.128.102	Captación desde el Estero Pichilemu de excedentes del embalse existente, los que se conducen por canal gravitacional hasta sectores ribereños del río Mataquito, para recargar mediante zanjas.
		Mataquito – Pichilemu (con aguas del Río Mataquito)	241.056	6.125.795	Captación desde río Mataquito, recursos que se conducen al área de recarga mediante aducción gravitacional o con elevación mecánica.
3	Huenchullamí	Huenchullamí 1 (Con aguas del Río Huenchullamí)	761.825	6.097.010	Captación desde el río Huenchullamí, recursos que se acumulan en el mismo estero, mediante pretil en sector Loma Limpia, para recargar sectores vecinos.
		(Sin opción de trasvase)	-	-	-
4	Huenchullamí	Huenchullamí 2 (Con aguas del Estero Pudú)	760.766	6.105.957	Captación desde el estero Pudú, recursos que se conducen al área de recarga (ribera del río Huenchullamí) mediante aducción gravitacional.
		(Sin opción de trasvase)	-	-	-
5	Huenchullamí	Huenchullamí 3 (Con aguas del Río Huenchullamí)	759.085	6.107.921	Captación desde el río Huenchullamí, recursos que se conducen al área de recarga mediante aducción gravitacional o con elevación mecánica.
		(Sin opción de trasvase)	-	-	-
6	Maule Curtiduría	Los Maquis (Con aguas del Estero Los Maquis)	229.688	6.065.774	Captación desde el estero Los Maquis, recursos que se acumulan en el mismo estero, mediante pretil en sector alto, para recargar sectores vecinos.
		Los Maquis (Con trasvase o elev. desde Río Maule)	230.663	6.070.775	Captación desde el río Maule, recursos que se conducen al área de recarga mediante aducción con elevación mecánica.

Tabla 8-1 (Continuación)
Subcuencas, Sectores de Proyecto y de Puntos de Captación y Trasvase

Nº	Subcuenca	Proyecto	Ubicación Pto. de Captación o Trasvase		Descripción
			E(m)	N(m)	
7	Maule Curtiduría	El Valle (Con aguas del Estero El Valle)	236.236	6.064.276	Captación desde el estero El Valle, recursos excedentes al embalse existente, que se conducirían gravitacionalmente para recargar sectores vecinos.
		El Valle (Con Trasvase o elev. desde Río Maule)	236.301	6.070.822	Captación desde el río Maule, recursos que se conducen al área de recarga mediante aducción con elevación mecánica.
8	Empedrado	Estero Carrizo (Con aguas del Estero Carrizo)	754.923	6.054.315	Captación desde el estero Carrizo, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para acumularlos en presas de pequeña altura y luego conducirlos en una aducción gravitacional o con elevación mecánica hasta los sectores de recarga, donde se infiltraría mediante zanjas o piscinas.
		(Sin opción de trasvase)	-	-	-
9	Reloca	Reloca (Con aguas del Río Reloca)	725.423	6.054.680	Captación desde el río Reloca, para aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción gravitacional o con elevación mecánica hasta los sectores de recarga, donde se infiltraría en zanjas o piscinas.
		(Sin opción de trasvase)	-	-	-
10	Chanco	Chanco (Con aguas del Estero Lircay)	727.083	6.039.959	Captación desde el estero Lircay, aguas abajo de la confluencia con los esteros Peralillo e Infiernillo, para aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción gravitacional o con elevación mecánica hasta los sectores de recarga, donde se infiltraría en zanjas.
		(Sin opción de trasvase)	-	-	-
11	Rahue	Rahue (Con aguas del Estero Lircay)	727.083	6.039.959	Captación desde el estero Lircay, aguas abajo de la confluencia con los esteros Peralillo e Infiernillo, para aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción con elevación mecánica hasta los sectores de recarga, donde se infiltraría en zanjas.
		(Sin opción de trasvase)	-	-	-

Tabla 8-1 (Continuación)
Subcuencas, Sectores de Proyecto y de Puntos de Captación y Trasvase

Nº	Subcuenca	Proyecto	Ubicación Pto. de Captación o Trasvase		Descripción
			E(m)	N(m)	
12	Purapel Medio	Purapel Medio (Con aguas del Río Purapel)	225.463	6.049.917	Captación desde el río Purapel, para aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción con elevación mecánica hasta los sectores de recarga, donde se infiltraría en pozas o zanjas.
		(Sin opción de trasvase)	-	-	-
13	Purapel Bajo	Purapel Bajo (Con aguas del Río Purapel)	766.171	6.044.824	Captación desde el río Purapel, en el tramo bajo de éste, para aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción gravitacional o mediante elevación mecánica hasta los sectores de recarga, donde se infiltraría en zanjas o piscinas
		(Sin opción de trasvase)	-	-	-
14	Belco	Belco Alto (Con aguas del Estero sin Nombre)	751.015	6.036.485	Captación desde estero sin nombre y afluentes laterales al río Belco, para infiltrar recursos de invierno mediante lagunas o pozos de inyección, en función de las condiciones que se observe.
		(Sin opción de trasvase)	-	-	-
15	Belco	Belco Bajo (Con aguas del Río Belco)	763.329	6.028.513	Captación desde el río Belco en la zona baja o desde el río Perquilauquén, recursos de invierno para infiltrarlos mediante zanjas o pozos de inyección, en sectores vecinos.
		(Sin opción de trasvase)	-	-	-
16	Cauquenes-Arenal	Arenal (Con aguas del Estero El Arenal)	756.706	6.025.875	Captación desde el estero El Arenal, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción gravitacional o con elevación mecánica hasta los sectores de recarga, donde se infiltraría en zanjas o piscinas.
		(Sin opción de trasvase)	-	-	-
17	Cauquenes-Las Garzas	Las Garzas (Con aguas del Estero Las Garzas)	750.771	6.019.610	Captación desde el estero Las Garzas, y la construcción de un pequeño pretil, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para acumularlos y luego conducirlos a los sectores de recarga.
		(Sin opción de trasvase)	-	-	-

Tabla 8-1 (Continuación)
Subcuencas, Sectores de Proyecto y de Puntos de Captación y Trasvase

Nº	Subcuenca	Proyecto	Ubicación Pto. de Captación o Trasvase		Descripción
			E(m)	N(m)	
18	Cauquenes - Huedque	Coronel de Maule (Con aguas del Río Cauquenes)	727.670	6.005.635	Captación desde el río Cauquenes, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción gravitacional o con elevación mecánica hasta los sectores de recarga, donde se infiltraría en zanjas o piscinas.
		(Sin opción de trasvase)	-	-	-
19	Curanipe	Pelluhue (Con aguas del Estero El Molino)	721.496	6.033.199	Captación desde el estero Los Molinos, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción con elevación mecánica hasta los sectores de recarga, donde se infiltraría mediante zanjas o piscinas.
		(Sin opción de trasvase)	-	-	-

(*): Coordenada E: 7xx.xxx (m), indica Huso 18 S.
Coordenada E: 2xx.xxx (m), indica Huso 19 S.
Todas en WGS84.
Elaboración propia.

8.2 Distribución Temporal de los Recursos o Variación Estacional de Caudales

En este capítulo se evalúa la disponibilidad hidrológica asociada a las fuentes potenciales de agua para proyectos de recarga artificial de acuíferos, en cada uno de los 19 sectores que fueron identificados previamente, es decir, caudales propios.

Para la evaluación de la disponibilidad de agua superficial, bien sea proveniente directamente de la precipitación o de alguna corriente de agua; es conveniente conocer su variación en función del tiempo y la probabilidad de ocurrencia de los eventos.

Las curvas de variación estacional permiten obtener información general acerca del comportamiento estacional de los caudales de un río (períodos de déficit y exceso). El conjunto de curvas de variación determinan el régimen de distribución de caudales en el tiempo y esto en función de la probabilidad con que los eventos son igualados o excedidos

Se determinaron las curvas de variación estacional de los caudales medios mensuales de cada subcuenca en los puntos donde se podrían ubicar las obras de captación, para ello se ha utilizado la información hidrológica generada previamente

(Tabla 5.3-11, Caudales Medios Mensuales y Anual Generado por Sector Local), que consideró las series de caudales medios mensuales medidos en las estaciones fluviométricas del área, para el período 1963-2012, transponiéndolas por unidad de área y de precipitación. En el Anexo 14 se presentan las series de caudales medios mensuales generados para los puntos donde se ubicarían las captaciones proyectadas.

En los casos en que los puntos donde se ubicarán las obras de captación corresponden a subcuencas laterales de cuencas controladas, se ha generado la información para dichas subcuencas mediante la aplicación del modelo pluvial (MPL) que se detalló en el capítulo 5.3.3 y en el Anexo 4, dando origen a series estadísticas independientes.

A los caudales determinados para cada punto se les realizaron análisis de frecuencia para diferentes probabilidades de excedencia (20%, 50%, 85%, 90% y 95%), generándose las correspondientes curvas de variación estacional.

En las tablas siguientes se presentan los resultados de los análisis de frecuencia y en las figuras, las curvas de variación estacional para cada caso.

Cabe señalar que el período relevante para efectos de realizar recarga artificial de acuíferos corresponde al comprendido entre mayo y septiembre, que es cuando disminuye considerablemente el riego y paralelamente aumentan las precipitaciones, sumándose ambas condiciones para que la disponibilidad de aguas sea mayor.

Es por ello que en las tablas se han destacado con colores los caudales medios mensuales comprendidos entre los meses de mayo y septiembre y esto, para los casos correspondientes a probabilidades de excedencia de 85% y 50%.

Una probabilidad de excedencia 85% está asociada a un año relativamente seco, con alta probabilidad (85%) de que se superen los valores de las variables evaluadas, que en este caso son caudales. Expresado en términos de disponibilidad, se puede afirmar que los caudales superarán a los valores determinados para la probilidad de excedencia 85%, en promedio 5,1 de cada 6 años, lo que equivale al 85% del tiempo.

En forma análoga, para los caudales asociados a una probabilidad de excedencia 20%, que corresponden a un año húmedo, en términos de disponibilidad se puede afirmar que los caudales superarán a los valores determinados para dicha probilidad de excedencia, en promedio 1 de cada 2 años, lo que equivale al 50% del tiempo.

Los caudales efectivos disponibles que se determinan más adelante, para probabilidad de excedencia 85%, permitirían abastecer de riego rubros productivos del tipo frutales o cultivos anuales, dado que se dispondría de ellos 5 de cada 6 años en promedio. Además, podrían solicitarse como derechos permanentes,dado

que es la condición hidrológica que utiliza la Dirección General de Aguas para efectos de estimar la disponibilidad hidrológica a nivel de cuenca.

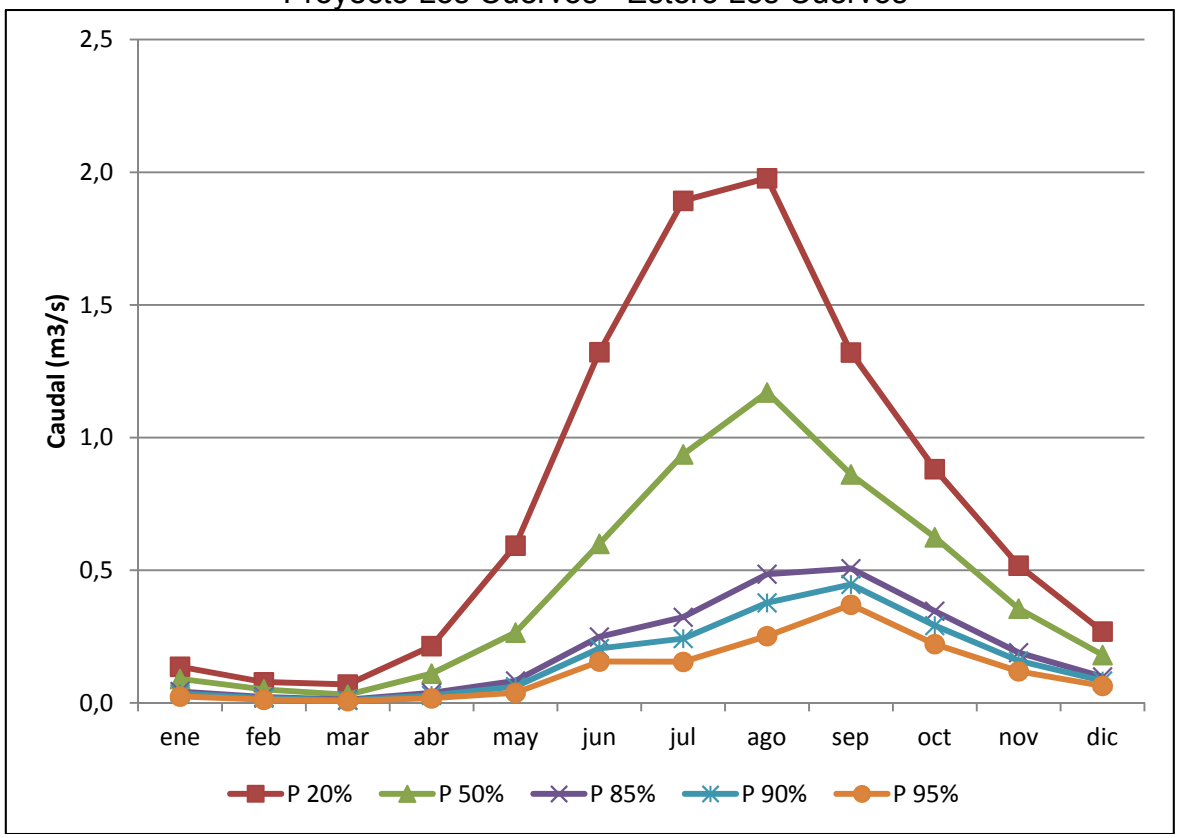
Los caudales asociados a probabilidad de excedencia 50%, permitirían abastecer de riego cultivos estacionales, hortalizas y chacras, dado que se dispondría de ellos sólo 1 de cada 2 años en promedio. Podrían solicitarse como derechos eventuales,dado que si bien no coincide, es más restrictiva (50% versus 20%) que la condición hidrológica utilizada por la Dirección General de Aguas para efectos de estimar la disponibilidad hidrológica a nivel de cuenca.

Tabla 8.2-1
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Los Cuervos – Estero Los Cuervos

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	0,137	0,078	0,070	0,215	0,593	1,322	1,893	1,978	1,321	0,882	0,518	0,269
P 50%	0,090	0,051	0,031	0,111	0,265	0,600	0,937	1,170	0,861	0,624	0,355	0,181
P 85%	0,043	0,023	0,012	0,038	0,083	0,249	0,323	0,485	0,507	0,346	0,190	0,098
P 90%	0,035	0,018	0,010	0,028	0,062	0,205	0,243	0,378	0,447	0,292	0,159	0,083
P 95%	0,024	0,012	0,007	0,018	0,038	0,156	0,155	0,252	0,370	0,222	0,119	0,064

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-1
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Los Cuervos - Estero Los Cuervos



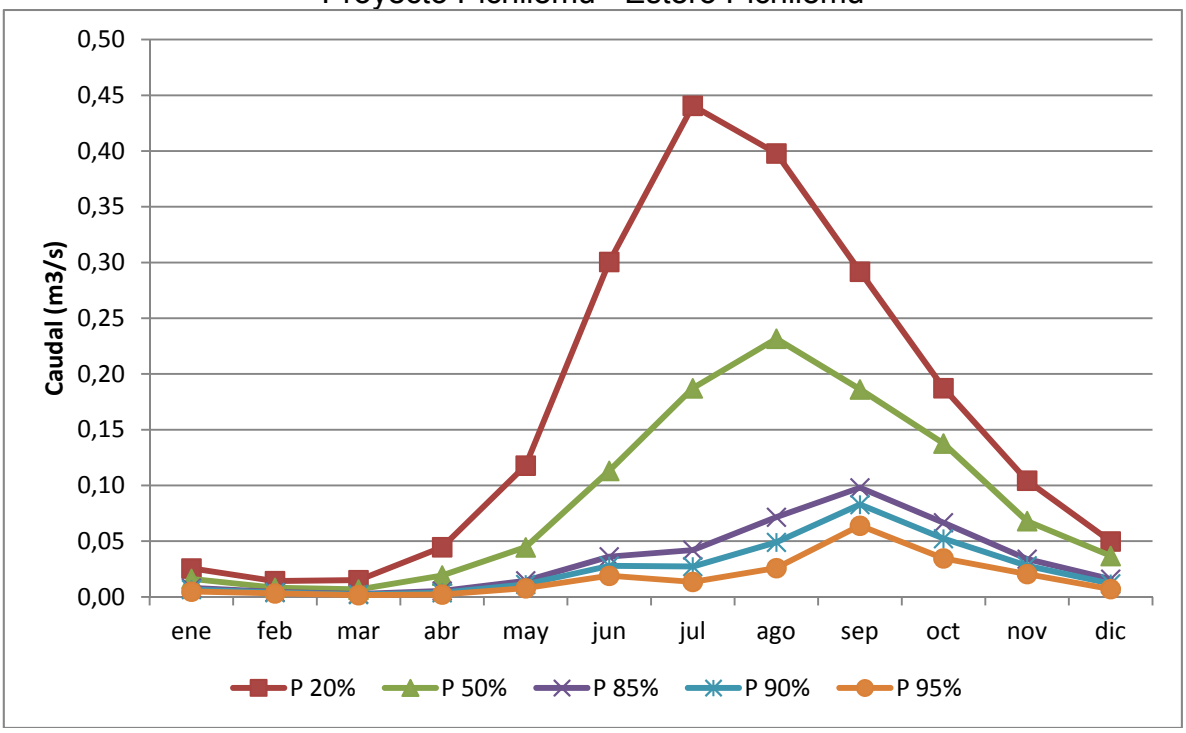
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-2
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Pichilemu – Estero Pichilemu

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	0,026	0,014	0,015	0,045	0,118	0,301	0,441	0,398	0,292	0,187	0,104	0,050
P 50%	0,016	0,008	0,007	0,019	0,045	0,113	0,187	0,232	0,186	0,138	0,068	0,037
P 85%	0,008	0,004	0,003	0,005	0,015	0,036	0,042	0,072	0,098	0,067	0,034	0,016
P 90%	0,007	0,004	0,002	0,004	0,011	0,028	0,027	0,049	0,083	0,052	0,028	0,012
P 95%	0,005	0,003	0,002	0,002	0,008	0,019	0,013	0,026	0,064	0,035	0,021	0,007

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-2
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Pichilemu - Estero Pichilemu



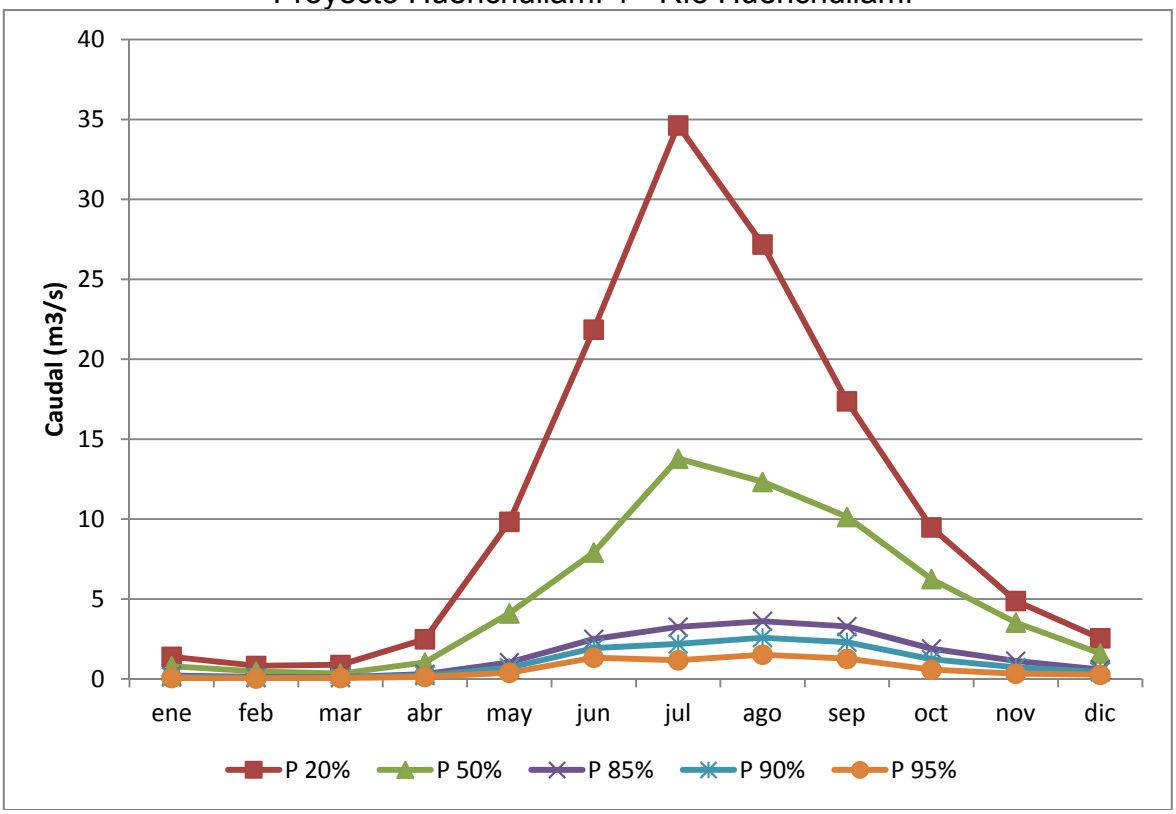
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-3
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Huenchullamí 1 – Río Huenchullamí

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	1,388	0,822	0,881	2,490	9,835	21,861	34,635	27,182	17,375	9,483	4,880	2,548
P 50%	0,799	0,477	0,337	1,031	4,103	7,914	13,784	12,331	10,143	6,252	3,529	1,596
P 85%	0,205	0,120	0,106	0,294	1,031	2,494	3,253	3,609	3,283	1,892	1,124	0,598
P 90%	0,129	0,075	0,081	0,212	0,705	1,927	2,189	2,580	2,298	1,234	0,726	0,438
P 95%	0,058	0,033	0,055	0,128	0,385	1,328	1,168	1,518	1,261	0,580	0,329	0,259

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-3
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Huenchullamí 1 - Río Huenchullamí



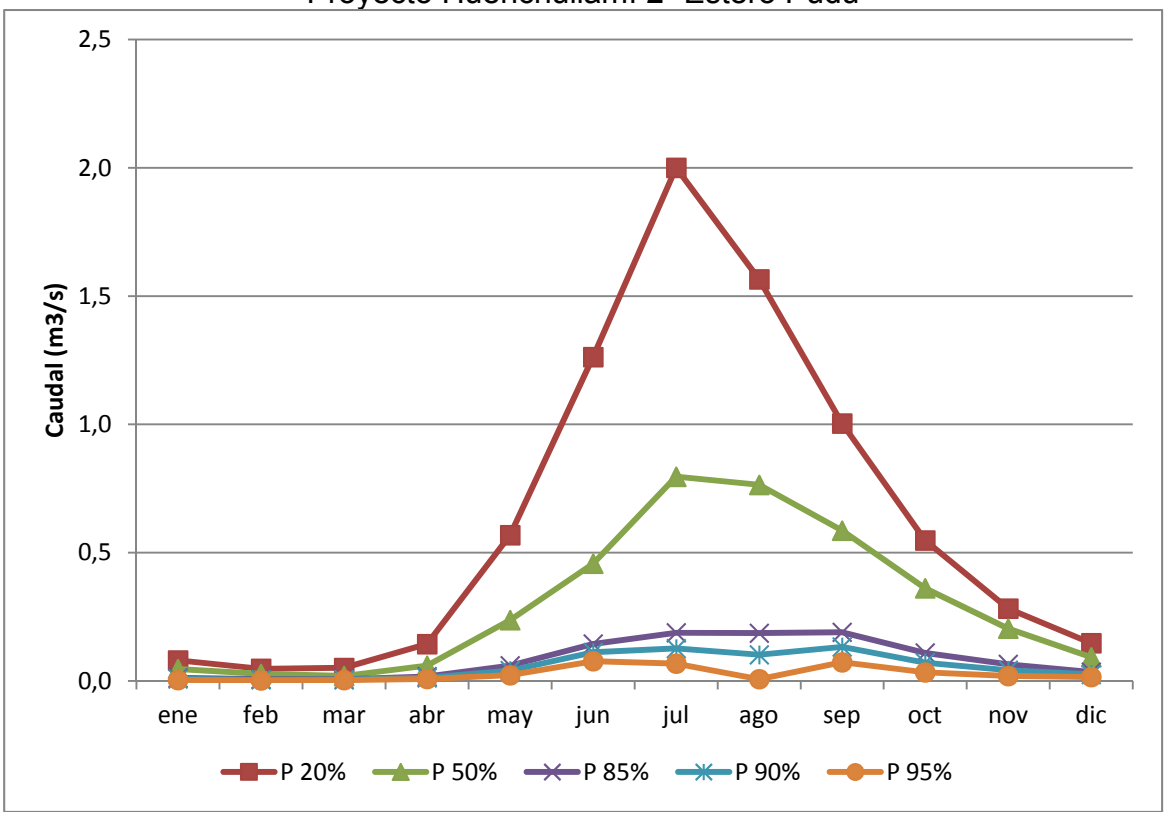
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-4
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Huenchullamí 2 – Estero Pudú

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	0,080	0,047	0,051	0,144	0,568	1,263	2,001	1,565	1,004	0,548	0,282	0,147
P 50%	0,046	0,028	0,019	0,060	0,237	0,457	0,796	0,764	0,586	0,361	0,204	0,092
P 85%	0,012	0,007	0,006	0,017	0,060	0,144	0,188	0,186	0,190	0,109	0,065	0,035
P 90%	0,007	0,004	0,005	0,012	0,041	0,111	0,126	0,102	0,133	0,071	0,042	0,025
P 95%	0,003	0,002	0,003	0,007	0,022	0,077	0,067	0,007	0,073	0,034	0,019	0,015

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-4
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Huenchullamí 2- Estero Pudú



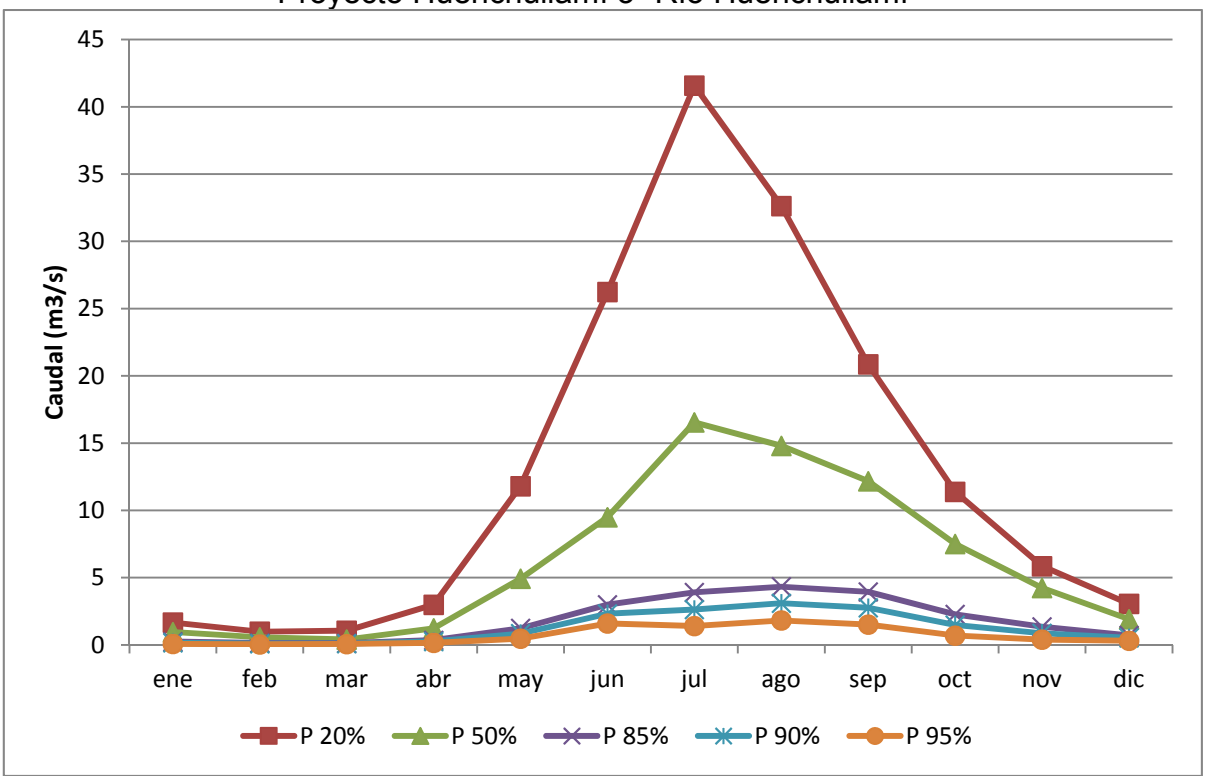
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-5
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Huenchullamí 3 – Río Huenchullamí

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	1,666	0,987	1,058	2,990	11,807	26,245	41,581	32,633	20,860	11,385	5,859	3,059
P 50%	0,959	0,572	0,404	1,238	4,926	9,501	16,548	14,804	12,177	7,506	4,237	1,916
P 85%	0,246	0,144	0,127	0,353	1,238	2,994	3,905	4,333	3,942	2,271	1,350	0,718
P 90%	0,155	0,090	0,097	0,255	0,846	2,313	2,628	3,098	2,759	1,481	0,871	0,526
P 95%	0,070	0,040	0,066	0,154	0,462	1,595	1,403	1,822	1,514	0,696	0,394	0,311

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-5
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Huenchullamí 3- Río Huenchullamí



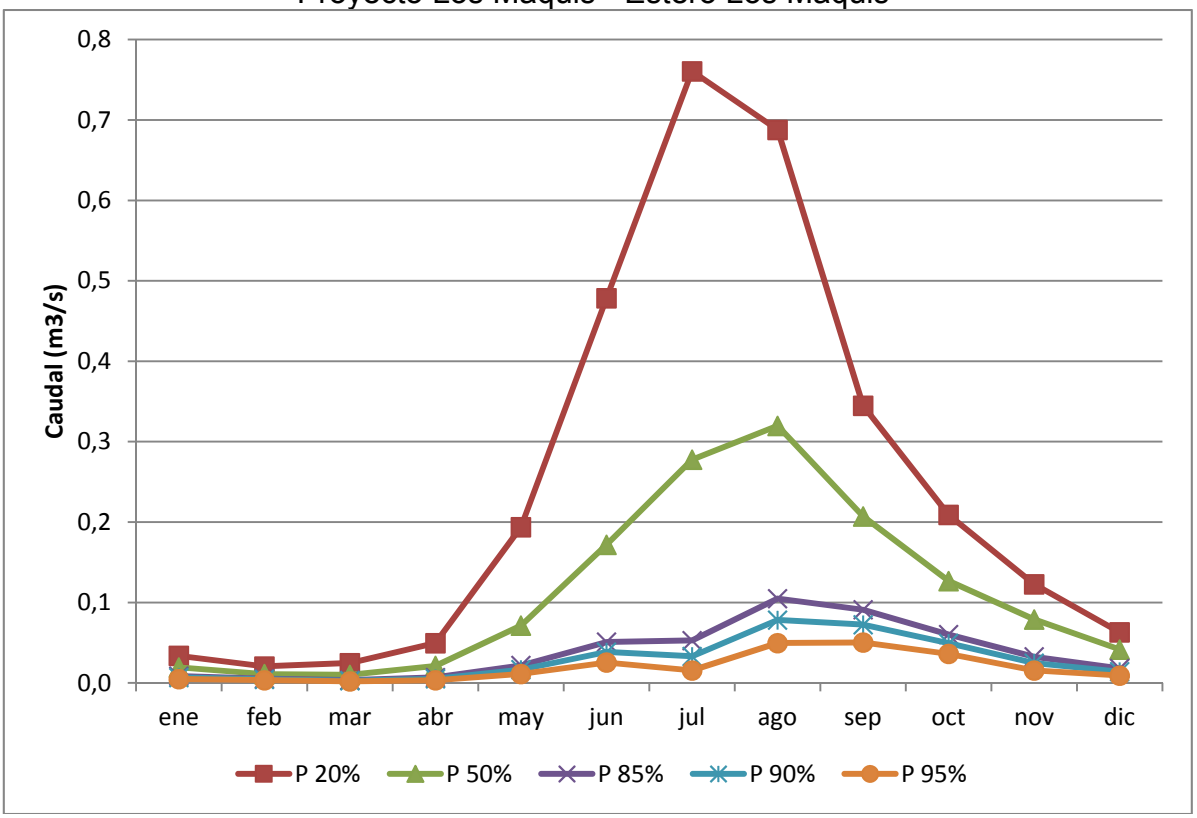
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-6
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Los Maquis – Estero Los Maquis

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	0,034	0,021	0,025	0,050	0,194	0,479	0,761	0,688	0,345	0,209	0,123	0,063
P 50%	0,019	0,011	0,010	0,021	0,071	0,172	0,278	0,320	0,207	0,127	0,079	0,042
P 85%	0,008	0,005	0,003	0,007	0,022	0,051	0,053	0,105	0,091	0,060	0,033	0,018
P 90%	0,007	0,004	0,003	0,005	0,017	0,038	0,033	0,078	0,072	0,049	0,025	0,014
P 95%	0,005	0,003	0,002	0,003	0,011	0,025	0,016	0,050	0,050	0,036	0,016	0,009

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-6
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Los Maquis - Estero Los Maquis



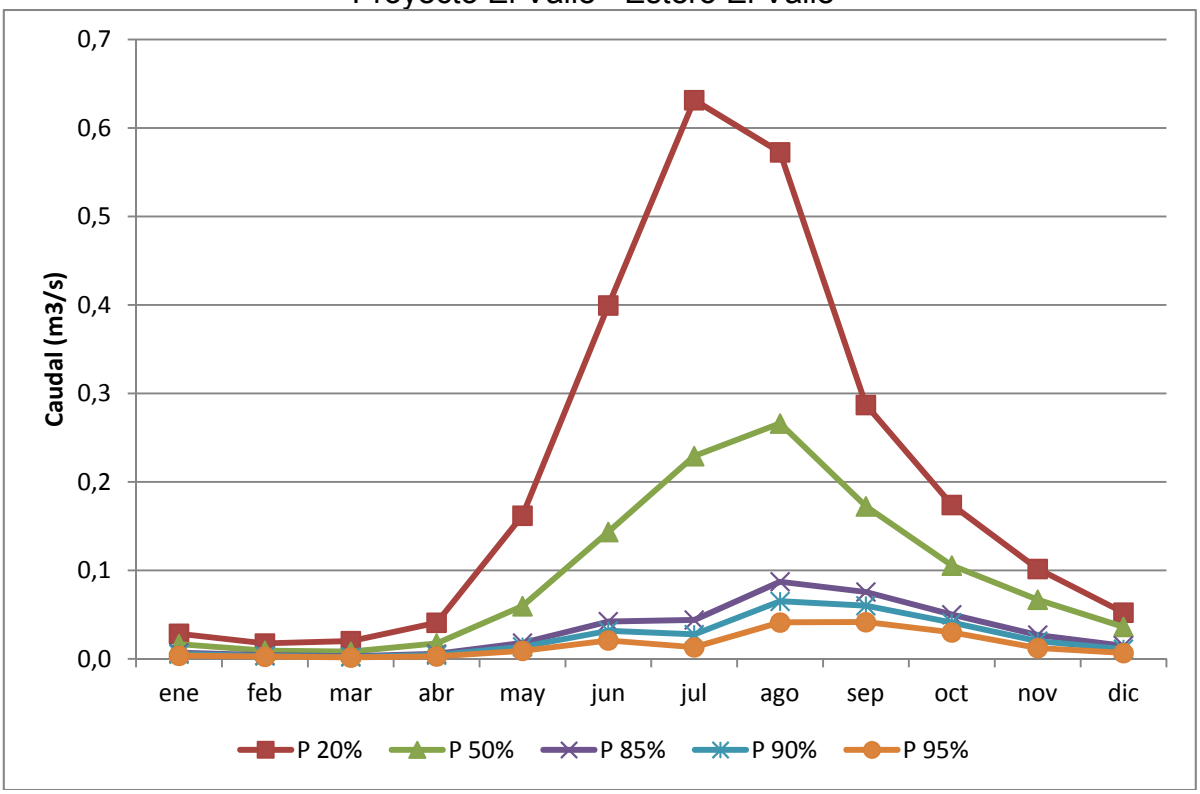
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-7
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto El Valle – Estero El Valle

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	0,028	0,018	0,020	0,041	0,162	0,400	0,632	0,573	0,287	0,174	0,102	0,052
P 50%	0,017	0,009	0,008	0,018	0,060	0,144	0,229	0,266	0,173	0,106	0,067	0,036
P 85%	0,007	0,004	0,003	0,006	0,018	0,042	0,044	0,087	0,076	0,050	0,027	0,015
P 90%	0,005	0,003	0,002	0,004	0,014	0,032	0,028	0,065	0,060	0,041	0,020	0,011
P 95%	0,004	0,003	0,002	0,003	0,009	0,021	0,013	0,041	0,042	0,030	0,012	0,007

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-7
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto El Valle - Estero El Valle



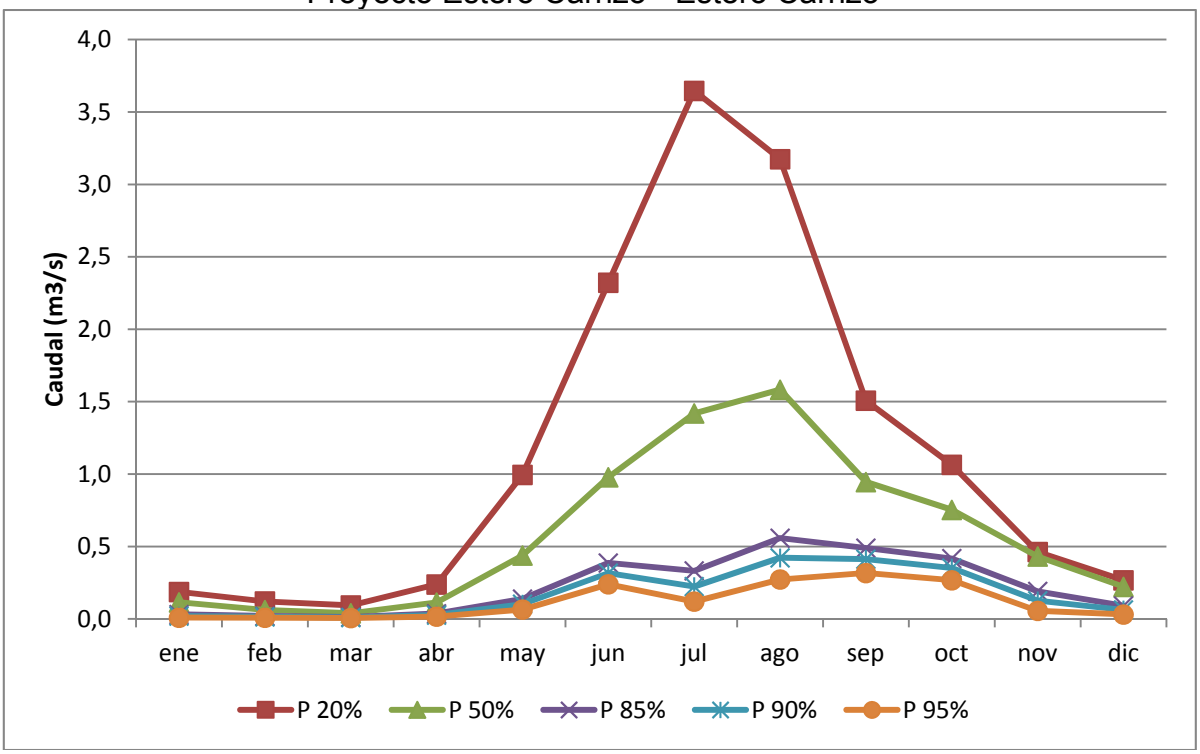
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-8
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Estero Carrizo – Estero Carrizo

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	0,187	0,121	0,094	0,238	0,995	2,321	3,647	3,175	1,507	1,064	0,462	0,267
P 50%	0,115	0,062	0,039	0,114	0,438	0,978	1,419	1,583	0,945	0,754	0,431	0,222
P 85%	0,031	0,020	0,013	0,036	0,138	0,386	0,332	0,558	0,489	0,417	0,190	0,091
P 90%	0,019	0,014	0,010	0,027	0,102	0,317	0,224	0,422	0,413	0,352	0,126	0,062
P 95%	0,009	0,008	0,006	0,016	0,065	0,239	0,120	0,273	0,317	0,267	0,056	0,031

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-8
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Estero Carrizo - Estero Carrizo



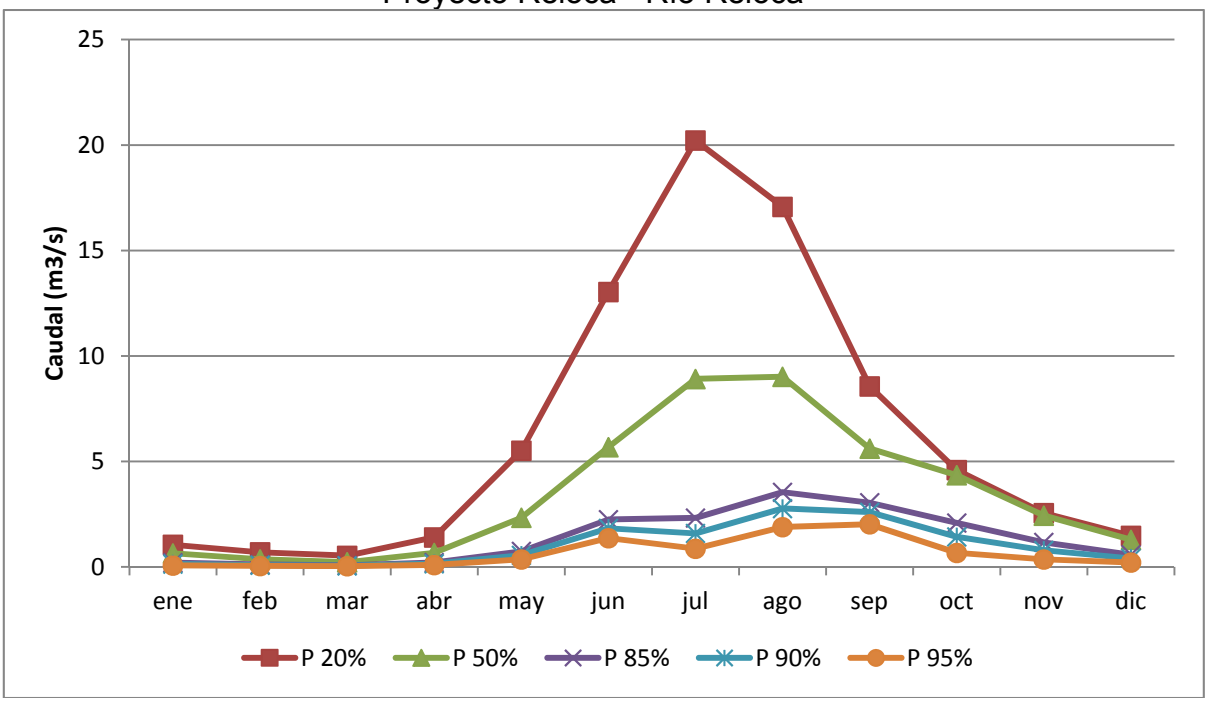
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-9
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Reloca – Río Reloca

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	1,053	0,693	0,533	1,403	5,512	13,040	20,218	17,075	8,565	4,595	2,555	1,475
P 50%	0,647	0,366	0,225	0,669	2,334	5,677	8,913	9,014	5,613	4,351	2,434	1,292
P 85%	0,202	0,115	0,071	0,208	0,740	2,247	2,322	3,543	3,046	2,085	1,163	0,580
P 90%	0,137	0,082	0,053	0,151	0,555	1,832	1,590	2,770	2,595	1,427	0,788	0,408
P 95%	0,070	0,047	0,034	0,090	0,359	1,368	0,867	1,888	2,023	0,667	0,359	0,209

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-9
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Reloca - Río Reloca



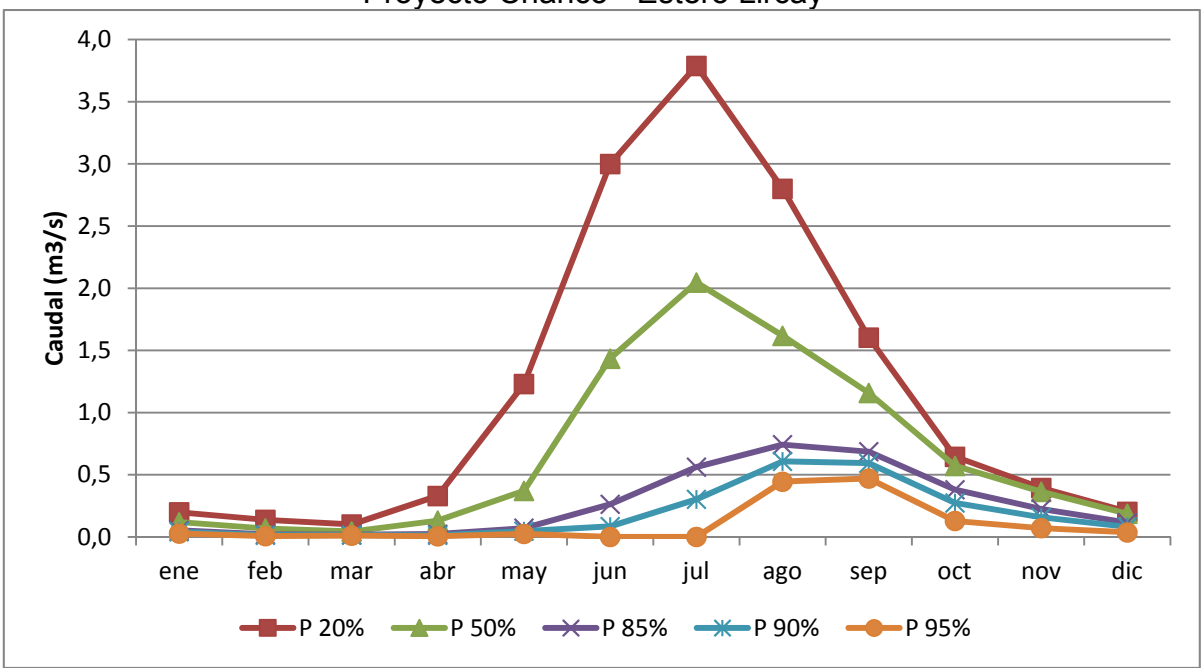
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-10
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Chanco – Estero Lircay

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	0,198	0,138	0,101	0,330	1,230	3,000	3,789	2,800	1,604	0,646	0,395	0,203
P 50%	0,119	0,068	0,044	0,132	0,371	1,434	2,047	1,618	1,158	0,572	0,364	0,186
P 85%	0,053	0,020	0,017	0,022	0,071	0,263	0,562	0,743	0,686	0,380	0,225	0,116
P 90%	0,041	0,014	0,014	0,013	0,046	0,084	0,302	0,607	0,593	0,274	0,158	0,081
P 95%	0,027	0,007	0,011	0,005	0,024	0,000	0,000	0,445	0,470	0,129	0,071	0,037

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-10
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Chanco - Estero Lircay



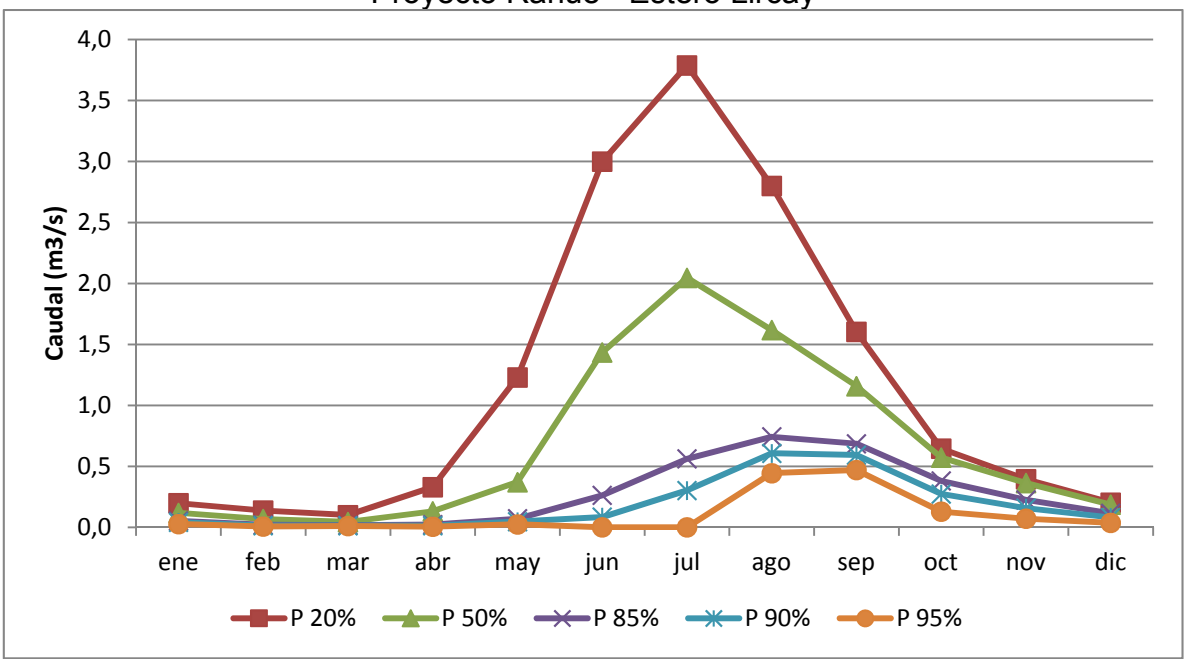
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-11
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Rahue – Estero Lircay

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	0,198	0,138	0,101	0,330	1,230	3,000	3,789	2,800	1,604	0,646	0,395	0,203
P 50%	0,119	0,068	0,044	0,132	0,371	1,434	2,047	1,618	1,158	0,572	0,364	0,186
P 85%	0,053	0,020	0,017	0,022	0,071	0,263	0,562	0,743	0,686	0,380	0,225	0,116
P 90%	0,041	0,014	0,014	0,013	0,046	0,084	0,302	0,607	0,593	0,274	0,158	0,081
P 95%	0,027	0,007	0,011	0,005	0,024	0,000	0,000	0,445	0,470	0,129	0,071	0,037

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-11
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Rahue - Estero Lircay



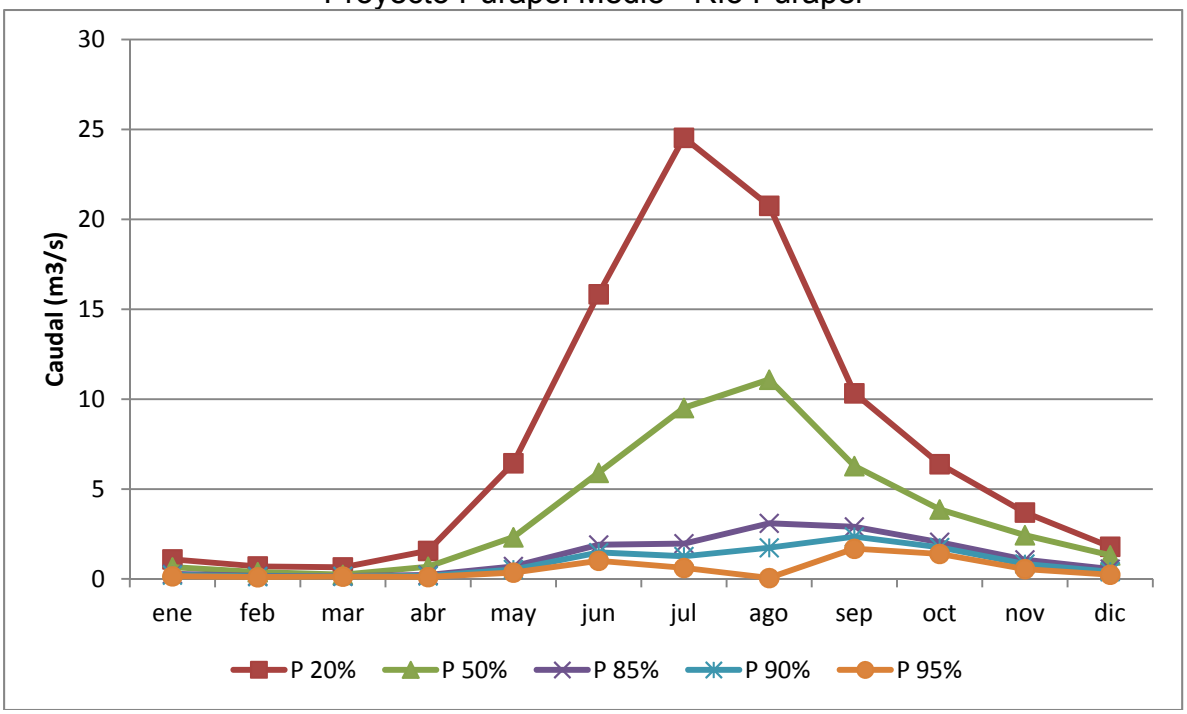
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-12
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Purapel Medio – Río Purapel

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	1,091	0,699	0,648	1,568	6,443	15,843	24,545	20,760	10,332	6,392	3,700	1,796
P 50%	0,650	0,379	0,232	0,680	2,323	5,912	9,512	11,088	6,278	3,868	2,436	1,319
P 85%	0,275	0,167	0,150	0,219	0,698	1,897	1,965	3,092	2,899	2,045	1,071	0,553
P 90%	0,216	0,135	0,149	0,165	0,529	1,468	1,257	1,736	2,348	1,753	0,832	0,406
P 95%	0,146	0,099	0,131	0,107	0,354	1,012	0,613	0,054	1,683	1,392	0,546	0,235

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-12
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Purapel Medio - Río Purapel



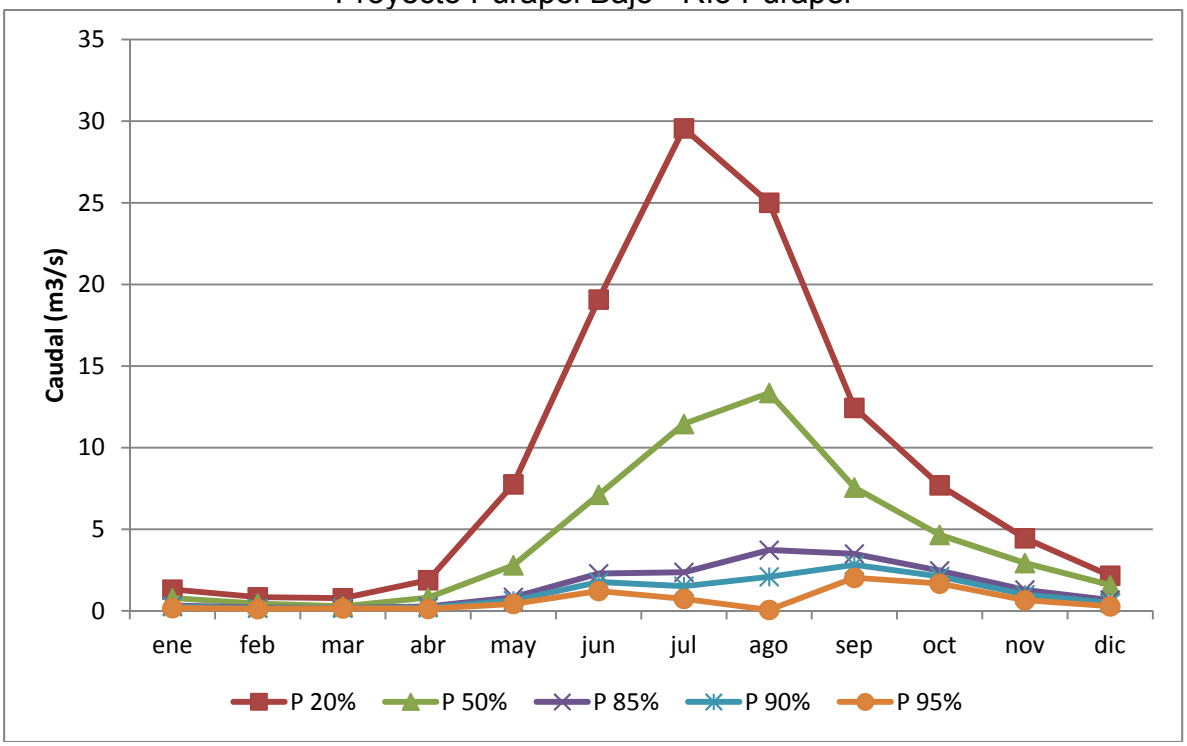
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-13
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Purapel Bajo – Río Purapel

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	1,315	0,842	0,780	1,888	7,761	19,085	29,567	25,008	12,446	7,700	4,457	2,164
P 50%	0,783	0,457	0,279	0,819	2,798	7,121	11,459	13,357	7,563	4,659	2,935	1,589
P 85%	0,332	0,201	0,181	0,264	0,841	2,286	2,367	3,725	3,493	2,463	1,290	0,666
P 90%	0,260	0,163	0,180	0,198	0,638	1,768	1,514	2,092	2,829	2,112	1,002	0,489
P 95%	0,176	0,119	0,158	0,128	0,426	1,219	0,738	0,065	2,027	1,677	0,658	0,283

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-13
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Purapel Bajo - Río Purapel



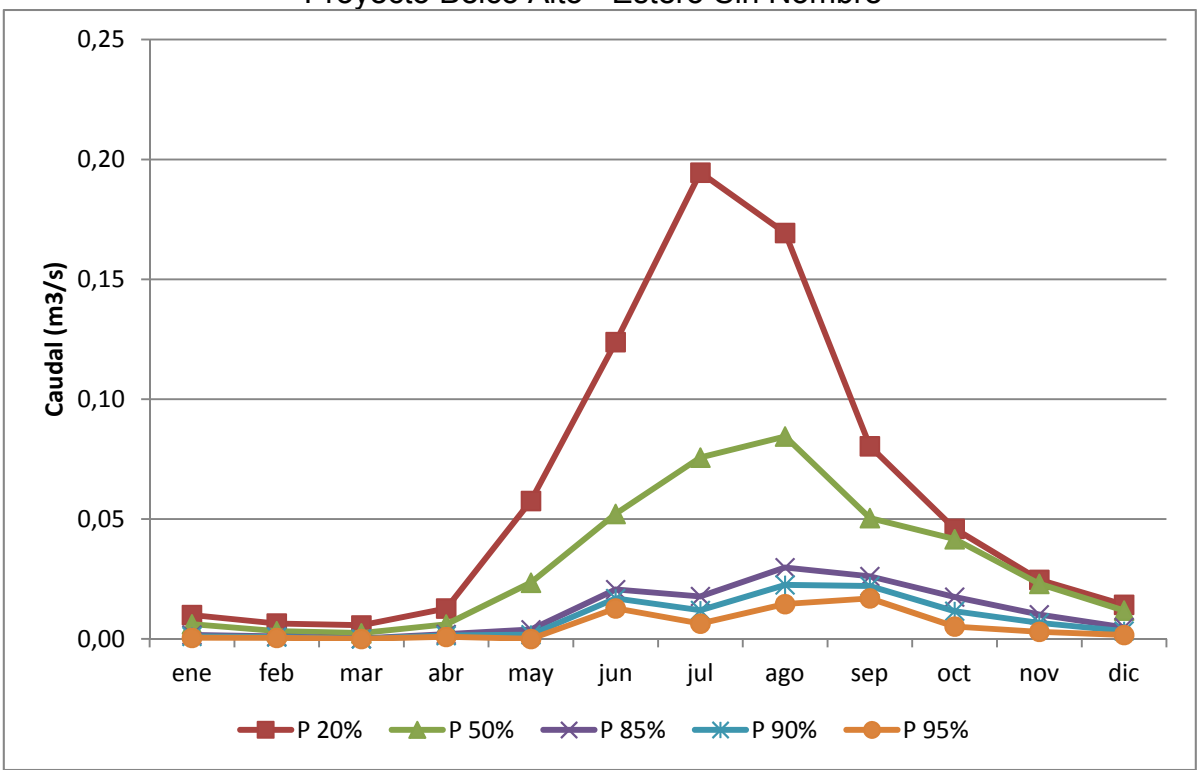
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-14
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Belco Alto – Estero Sin Nombre

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	0,010	0,006	0,006	0,013	0,058	0,124	0,195	0,169	0,080	0,046	0,025	0,014
P 50%	0,006	0,003	0,002	0,006	0,023	0,052	0,076	0,084	0,050	0,042	0,023	0,012
P 85%	0,002	0,001	0,000	0,002	0,004	0,021	0,018	0,030	0,026	0,018	0,010	0,005
P 90%	0,001	0,001	0,000	0,001	0,002	0,017	0,012	0,023	0,022	0,012	0,007	0,003
P 95%	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,013	0,006	0,015	0,017	0,005	0,003	0,002

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-14
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Belco Alto - Estero Sin Nombre



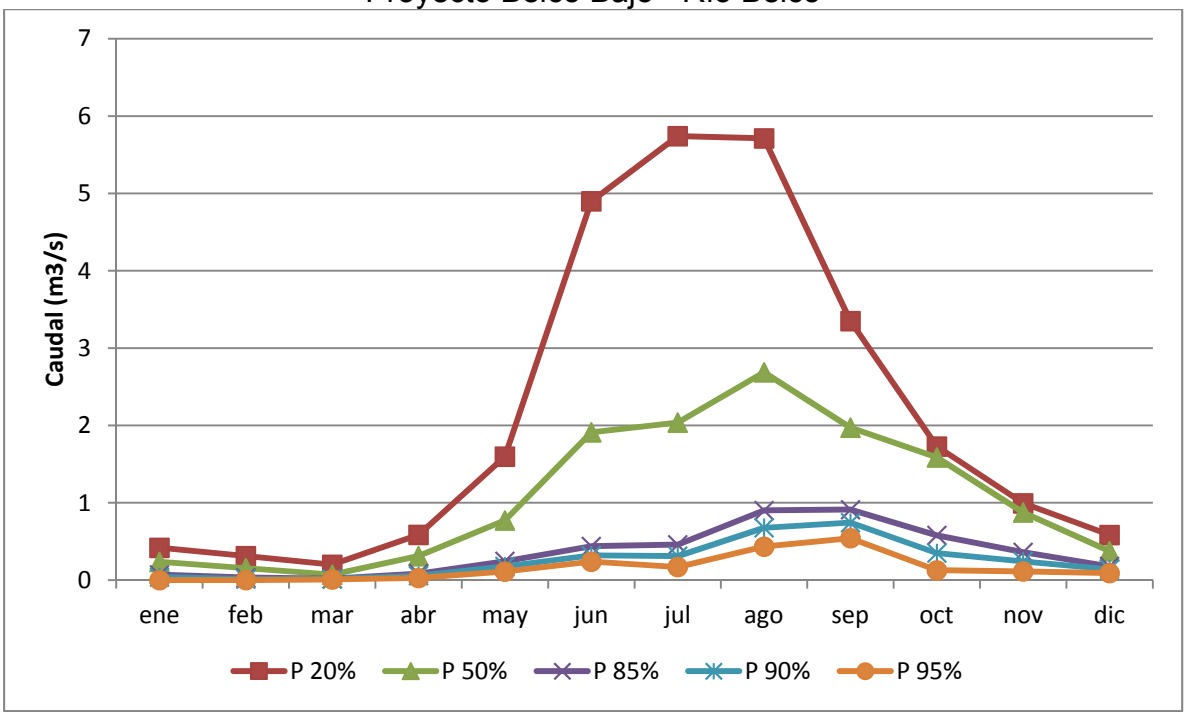
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-15
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Belco Bajo – Río Belco

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	0,419	0,312	0,200	0,585	1,598	4,899	5,741	5,712	3,350	1,729	0,994	0,585
P 50%	0,237	0,156	0,072	0,311	0,773	1,912	2,038	2,688	1,972	1,587	0,875	0,375
P 85%	0,070	0,032	0,019	0,085	0,244	0,437	0,459	0,901	0,911	0,580	0,361	0,179
P 90%	0,039	0,012	0,014	0,056	0,178	0,320	0,310	0,677	0,744	0,350	0,242	0,141
P 95%	0,000	0,000	0,008	0,028	0,111	0,239	0,170	0,433	0,542	0,128	0,112	0,091

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-15
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Belco Bajo - Río Belco



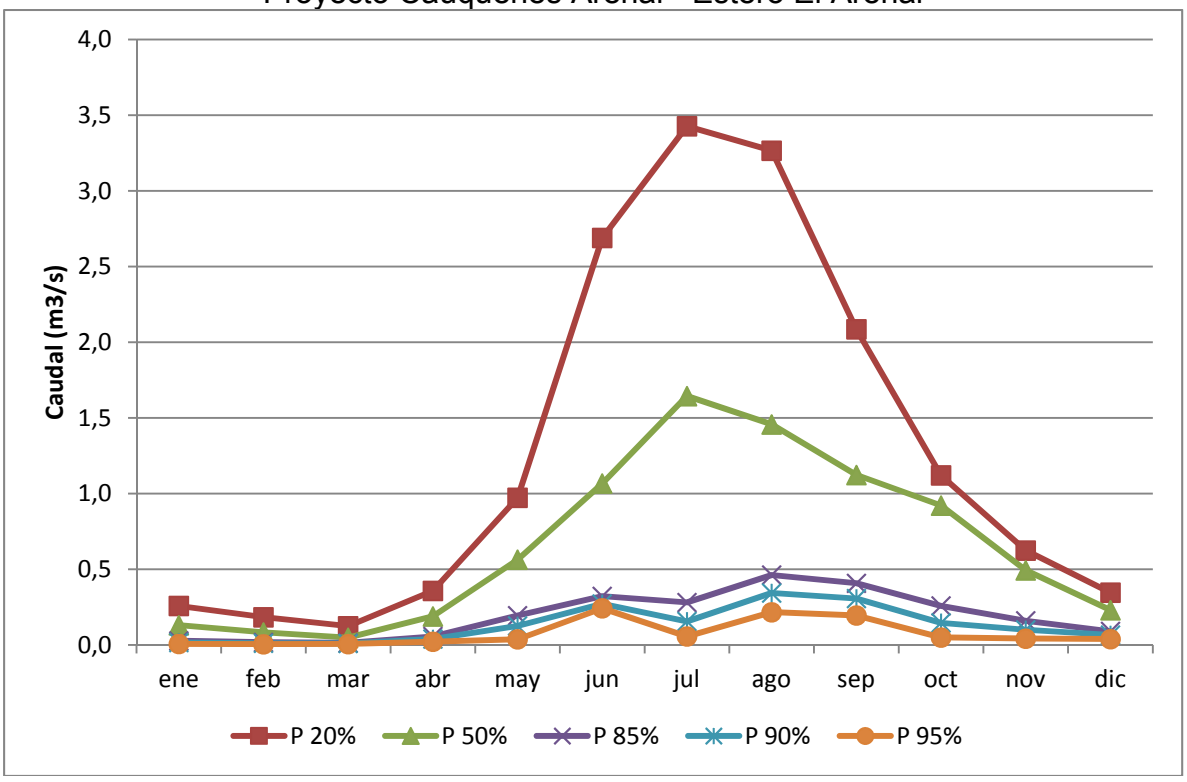
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-16
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Cauquenes Arenal – Estero El Arenal

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	0,258	0,183	0,124	0,358	0,973	2,689	3,427	3,266	2,086	1,121	0,624	0,346
P 50%	0,131	0,083	0,048	0,189	0,563	1,067	1,644	1,458	1,123	0,921	0,493	0,230
P 85%	0,027	0,018	0,013	0,056	0,194	0,322	0,281	0,462	0,408	0,258	0,160	0,090
P 90%	0,016	0,011	0,009	0,039	0,126	0,271	0,155	0,343	0,307	0,146	0,100	0,066
P 95%	0,007	0,005	0,006	0,021	0,037	0,242	0,056	0,216	0,195	0,049	0,042	0,039

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-16
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Cauquenes Arenal - Estero El Arenal



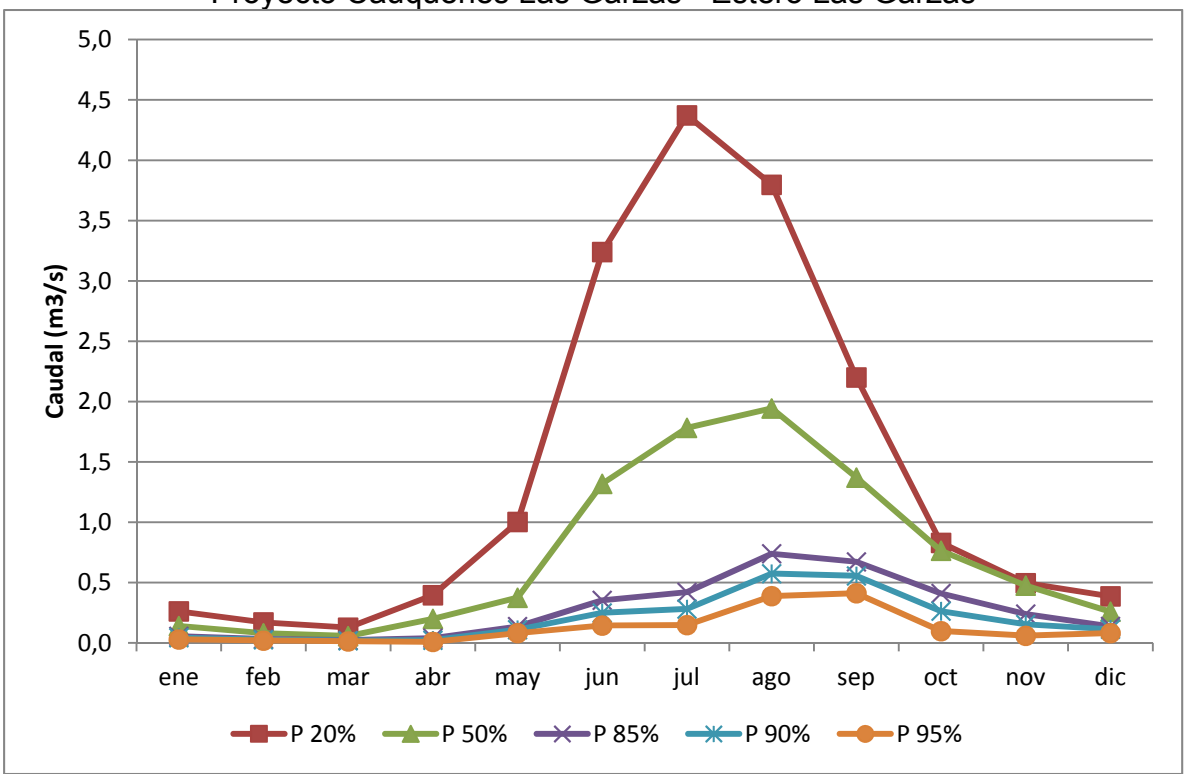
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-17
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Cauquenes Las Garzas – Estero Las Garzas

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	0,262	0,171	0,127	0,396	1,003	3,240	4,373	3,798	2,201	0,830	0,496	0,387
P 50%	0,141	0,081	0,057	0,200	0,375	1,319	1,783	1,944	1,371	0,764	0,475	0,259
P 85%	0,055	0,033	0,023	0,039	0,136	0,353	0,421	0,740	0,673	0,410	0,239	0,137
P 90%	0,043	0,027	0,018	0,023	0,110	0,249	0,281	0,574	0,556	0,263	0,154	0,113
P 95%	0,029	0,020	0,014	0,009	0,082	0,145	0,148	0,388	0,412	0,098	0,060	0,082

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-17
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Cauquenes Las Garzas - Estero Las Garzas



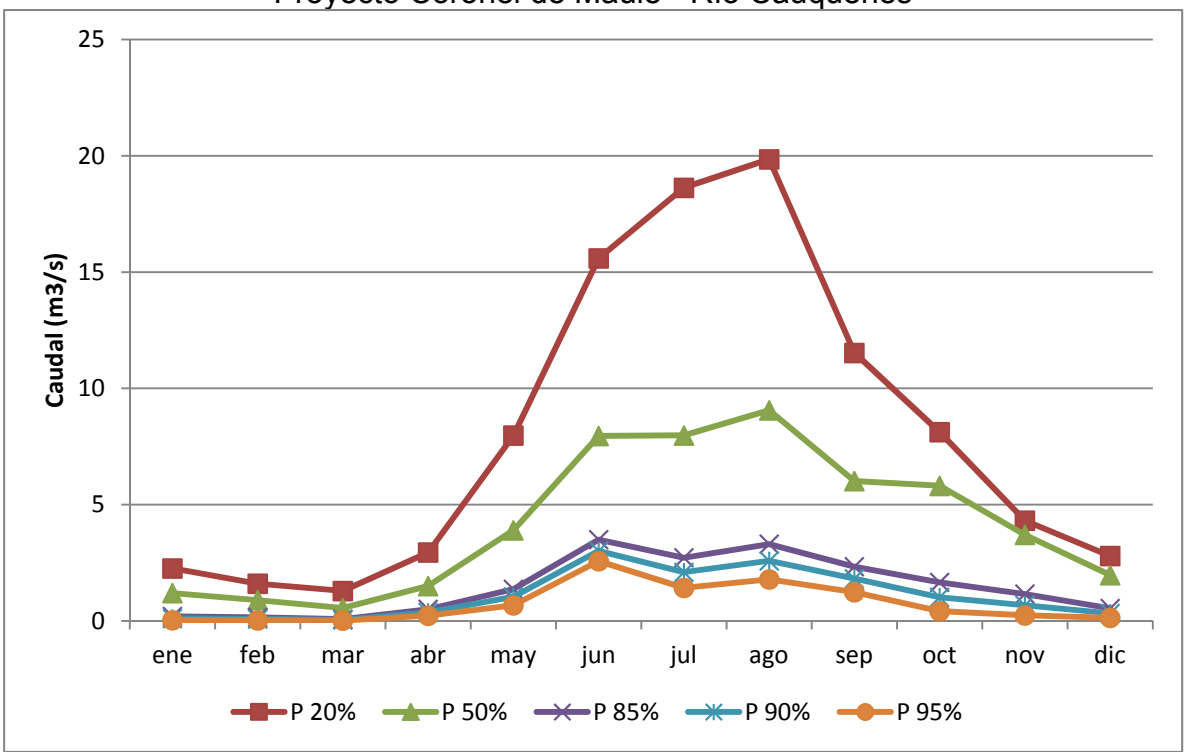
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-18
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Coronel de Maule – Río Cauquenes

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	2,261	1,605	1,291	2,947	7,973	15,590	18,630	19,854	11,529	8,121	4,313	2,792
P 50%	1,197	0,894	0,554	1,504	3,899	7,954	7,979	9,059	6,012	5,811	3,701	1,971
P 85%	0,193	0,151	0,078	0,501	1,366	3,495	2,718	3,302	2,335	1,659	1,157	0,540
P 90%	0,100	0,079	0,040	0,369	1,035	3,010	2,096	2,583	1,821	1,018	0,676	0,326
P 95%	0,032	0,025	0,013	0,225	0,672	2,570	1,420	1,785	1,237	0,418	0,239	0,131

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-18
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Coronel de Maule - Río Cauquenes



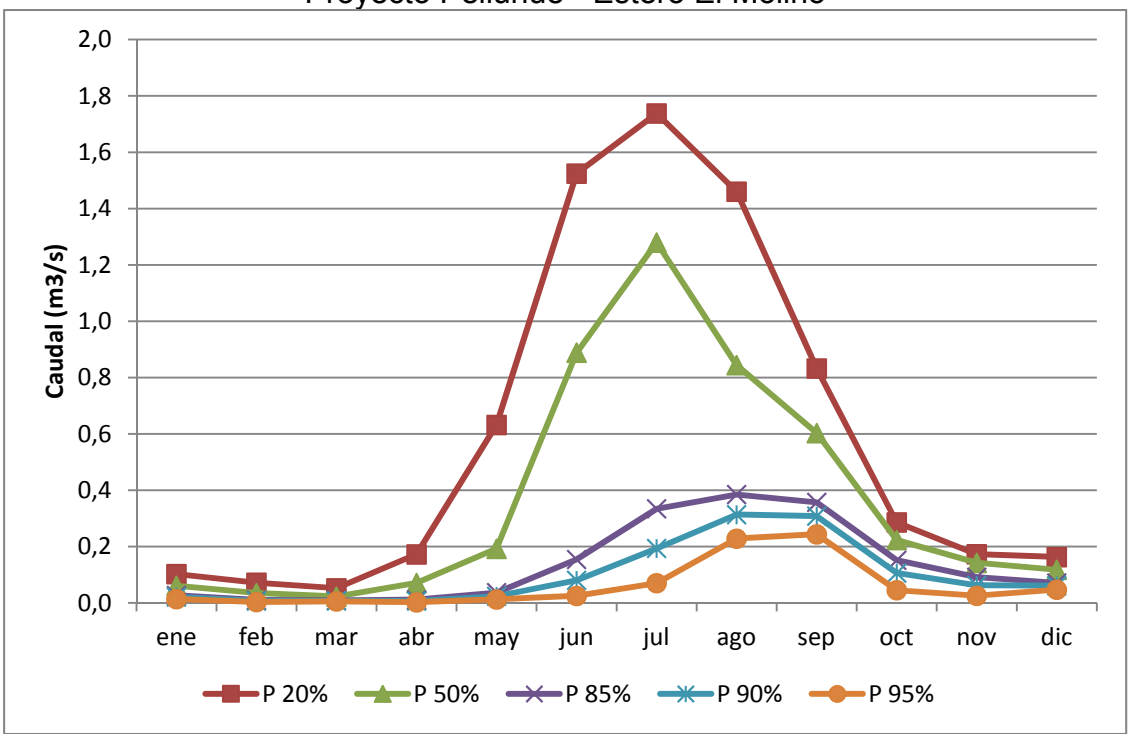
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2-19
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Pelluhue – Estero El Molino

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	0,103	0,072	0,052	0,173	0,632	1,525	1,738	1,460	0,833	0,286	0,173	0,163
P 50%	0,061	0,035	0,023	0,071	0,193	0,889	1,280	0,844	0,603	0,223	0,143	0,118
P 85%	0,027	0,010	0,009	0,011	0,037	0,155	0,334	0,385	0,357	0,152	0,091	0,071
P 90%	0,021	0,007	0,007	0,006	0,024	0,080	0,193	0,314	0,308	0,106	0,062	0,061
P 95%	0,014	0,003	0,005	0,002	0,012	0,025	0,070	0,228	0,244	0,045	0,026	0,047

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2-19
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Pelluhue - Estero El Molino



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a lo observado en las tablas y gráficos que representan la variación estacional de caudales en los cauces de interés, se puede señalar que los valores máximos de caudal se presentan generalmente en los meses de Julio o Agosto y los valores mínimos, entre Enero y Marzo.

Los gráficos reflejan la condición de régimen pluvial que se observa en la totalidad de las subcuencas. No hay aporte nival que se manifieste en el estiaje.

8.3 Distribución Espacial de los Recursos - Alternativas de Trasvases

Adicionales a los recursos hídricos propios de cada subcuenca, que fueron evaluados en el subcapítulo anterior, se puede disponer en algunos casos de recursos de trasvase desde cuencas vecinas.

Los casos en que se consideró dicha opción corresponden a los proyectos Los Cuervos y Pichilemu, con trasvases desde el río Mataquito y Los Maquis y El Valle, con trasvases desde el río Maule.

En la Figura 8-1 presentada al inicio del capítulo 8 se muestran, además de los puntos de captación de recursos propios de cada cuenca, los puntos asociados a los trasvases considerados.

Para la evaluación de la disponibilidad de agua superficial, es conveniente conocer su variación en función del tiempo y la probabilidad de ocurrencia de los eventos. Las curvas de variación estacional permiten obtener información general acerca del comportamiento estacional de los caudales de un río (períodos de déficit y de exceso). El conjunto de curvas de variación determinan el régimen de distribución de caudales en el tiempo y esto en función de la probabilidad con que los eventos son igualados o excedidos

A continuación, en las tablas y figuras siguientes se presentan los resultados de los análisis de frecuencia de los caudales medios mensuales y las curvas de variación estacional para diferentes probabilidades de excedencia de los ríos Mataquito y Maule en los puntos donde se podrían ubicar captaciones para los proyectos de recarga denominados: Los Cuervos y Pichilemu, en el caso del río Mataquito y Los Maquis y El Valle, en el caso del río Maule.

En el resto de los potenciales sectores de proyectos identificados, las distancias a los ríos que podrían aportarles recursos de trasvase son considerables (mayores a 5 km), por lo que por un tema de costos resulta infactible dicha opción, sobre todo considerando que los beneficios esperables asociados a los proyectos de recarga son bastante discretos comparados con otro tipo de proyectos, como podrían ser proyectos de embalse o de riego tecnificado, por ejemplo.

Tal como ya fuera mencionado, el período relevante para efectos de realizar recarga artificial de acuíferos corresponde al comprendido entre mayo y septiembre, que es donde disminuye considerablemente el riego y donde paralelamente aumentan las precipitaciones, sumándose ambas condiciones para que la disponibilidad de aguas sea mayor.

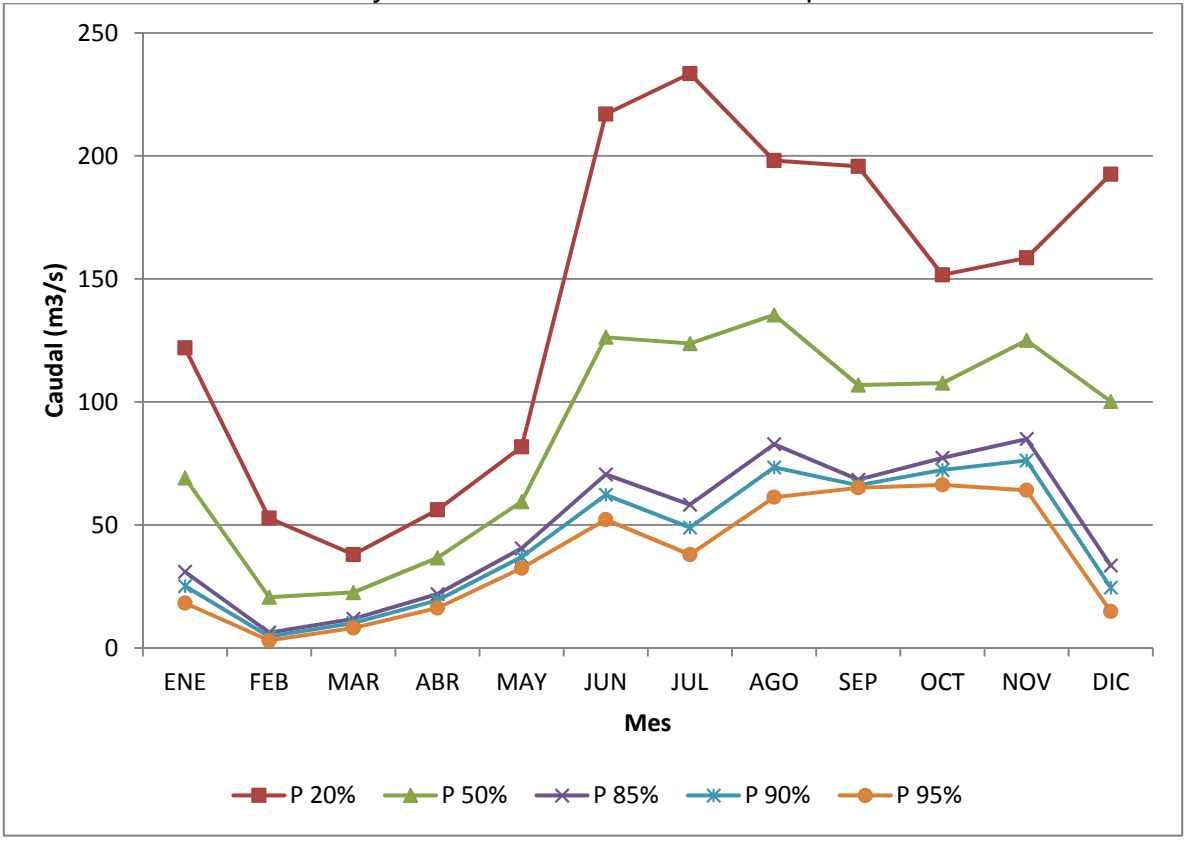
Es por ello que en las tablas se han destacado con colores los caudales medios mensuales comprendidos entre los meses de mayo y septiembre y esto, para los casos correspondientes a probabilidades de excedencia de 85% y 50%, que son las condiciones que interesa evaluar, de acuerdo a lo expresado en el acápite 8.2.

Tabla 8.3-1
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Los Cuervos – Río Mataquito

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	121,933	52,741	37,968	56,141	81,698	216,992	233,453	198,083	195,732	151,638	158,559	192,545
P 50%	69,112	20,636	22,531	36,645	59,468	126,287	123,723	135,376	106,852	107,646	125,063	100,204
P 85%	30,967	6,246	11,835	21,882	40,490	70,531	58,243	82,784	68,400	77,255	84,929	33,487
P 90%	25,162	4,678	10,161	19,399	37,010	62,247	48,954	73,410	66,146	72,374	76,196	24,512
P 95%	18,263	3,033	8,104	16,245	32,420	52,178	37,962	61,269	65,102	66,271	64,056	14,834

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.3-1
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Los Cuervos - Río Mataquito



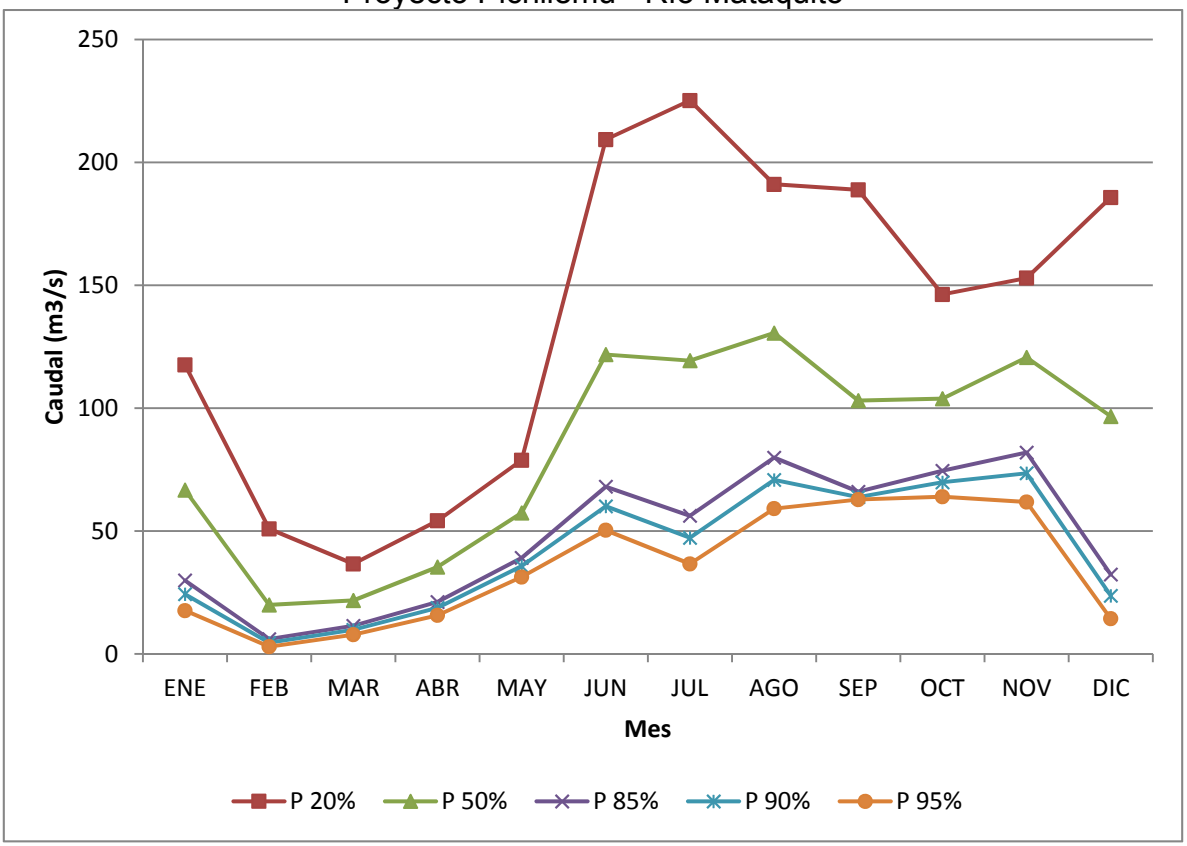
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.3-2
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Pichilemu – Río Mataquito

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	117,622	50,877	36,626	54,157	78,810	209,321	225,200	191,081	188,813	146,277	152,954	185,739
P 50%	66,669	19,906	21,735	35,349	57,365	121,823	119,349	130,590	103,074	103,840	120,642	96,662
P 85%	29,872	6,026	11,417	21,108	39,059	68,038	56,184	79,858	65,982	74,524	81,927	32,303
P 90%	24,272	4,512	9,802	18,713	35,702	60,046	47,223	70,815	63,808	69,816	73,503	23,646
P 95%	17,617	2,926	7,818	15,671	31,274	50,334	36,620	59,103	62,800	63,929	61,791	14,309

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.3-2
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Pichilemu - Río Mataquito



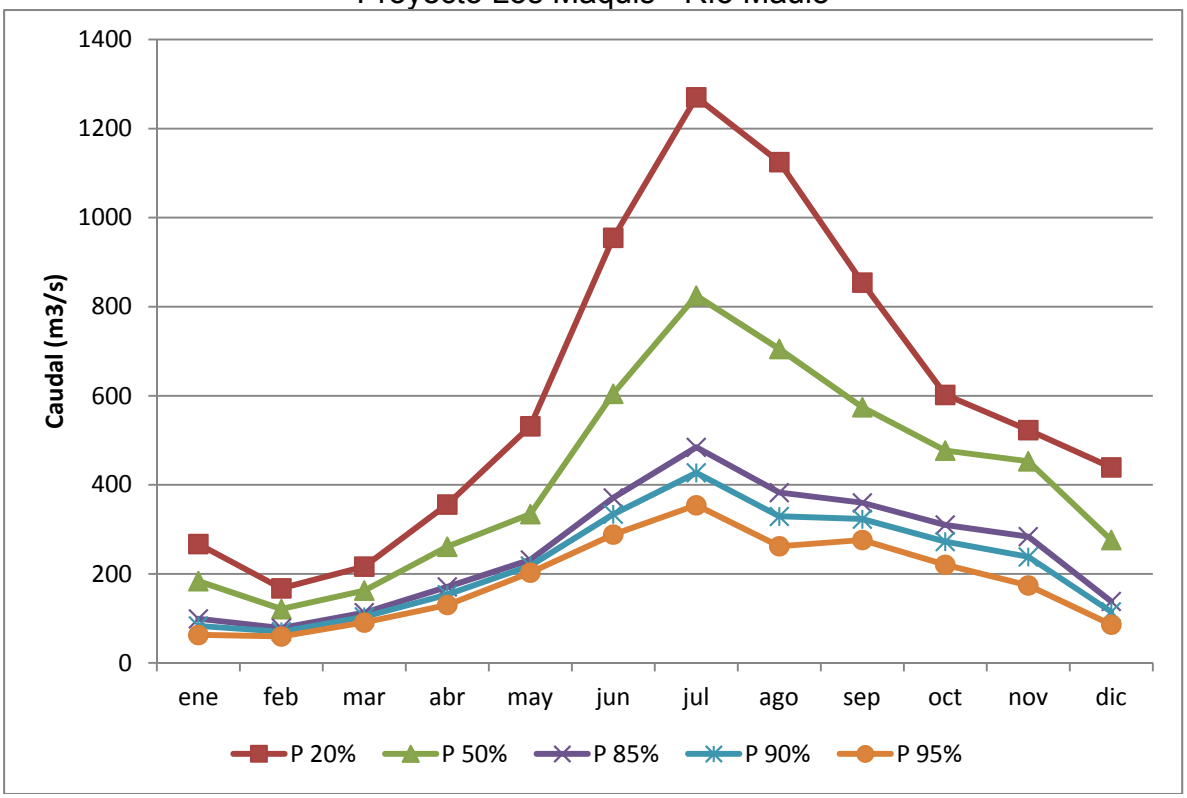
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.3-3
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto Los Maquis – Río Maule

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	267,246	167,647	216,616	356,209	531,592	954,905	1270,516	1125,061	854,449	602,327	522,991	439,304
P 50%	183,855	121,044	162,650	261,203	334,417	604,711	824,863	705,240	574,493	477,037	453,016	276,128
P 85%	99,153	78,282	113,118	170,951	231,514	370,837	484,449	382,658	359,706	309,992	283,685	138,168
P 90%	83,297	70,203	103,628	153,550	218,096	334,057	427,104	329,136	323,039	272,535	238,196	114,862
P 95%	62,985	59,491	90,901	130,304	202,899	288,336	354,364	262,155	276,097	220,563	174,134	86,018

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.3-3
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto Los Maquis - Río Maule



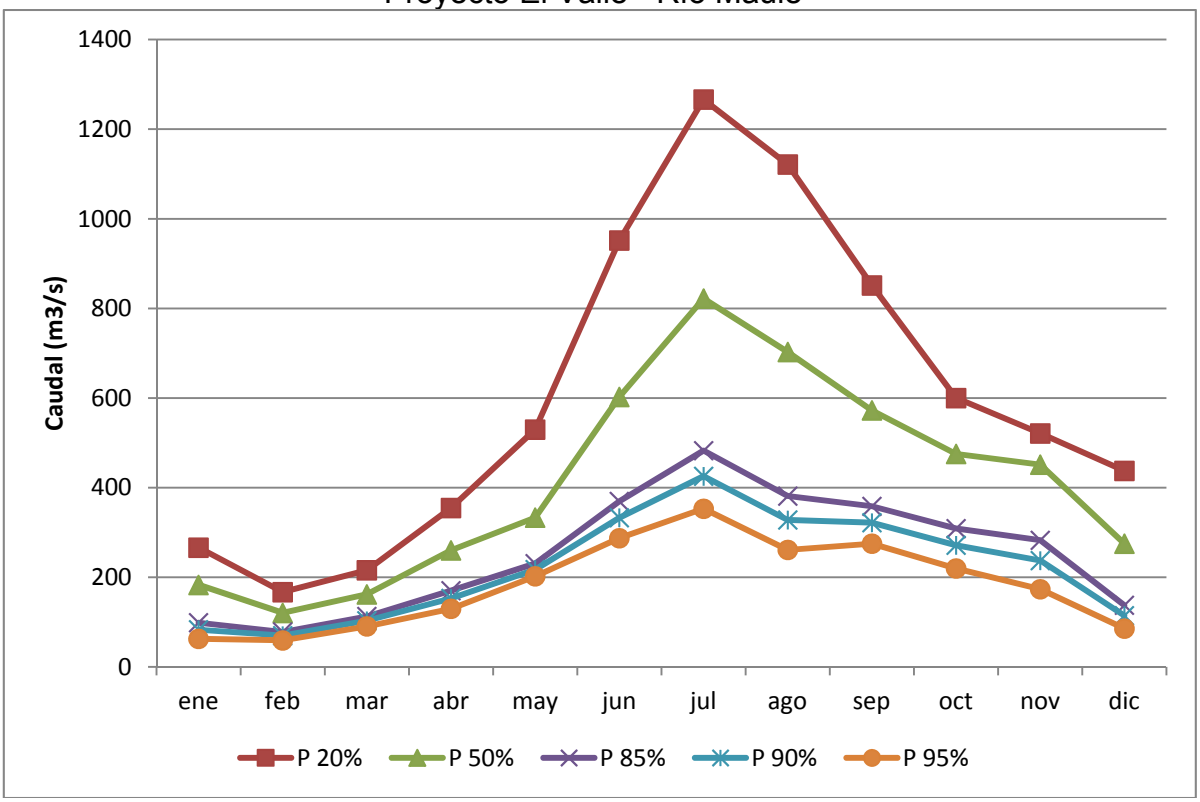
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.3-4
Análisis de Frecuencia de Caudales Medios Mensuales (m3/s)
Proyecto El Valle – Río Maule

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P 20%	266,351	167,086	215,891	355,017	529,812	951,708	1266,262	1121,294	851,588	600,310	521,240	437,833
P 50%	183,240	120,638	162,105	260,329	333,298	602,686	822,102	702,878	572,569	475,440	451,499	275,204
P 85%	98,821	78,020	112,739	170,379	230,739	369,595	482,827	381,377	358,502	308,954	282,735	137,705
P 90%	83,018	69,968	103,281	153,036	217,366	332,938	425,674	328,034	321,958	271,623	237,398	114,478
P 95%	62,775	59,292	90,597	129,868	202,220	287,371	353,178	261,277	275,172	219,825	173,551	85,730

Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.3-4
Curva de Variación Estacional de Caudales
Proyecto El Valle - Río Maule



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a lo observado en las tablas y gráficos que representan la variación estacional de caudales en los cauces de interés para efectos de trasvases, se puede señalar que los valores máximos de caudal se presentan generalmente en el mes de Julio y los valores mínimos, en el mes de Febrero.

Los gráficos reflejan la condición de régimen pluvio-nival que se observa en la cuenca del río Mataquito, esto se expresa a través del segundo peak en el gráfico,

que se produce en el período estival (Diciembre-Enero). En el caso de la cuenca del río Maule, que también es pluvionival, el aporte nival no queda reflejado en los gráficos debido a que el punto de control se ubica aguas abajo de los embalses, que con su efecto regulador alteran el régimen natural de escurrimiento de las aguas.

8.4 Disponibilidad Efectiva de Recursos para Recarga Artificial

Para determinar la disponibilidad efectiva de recursos hídricos para recarga artificial, se ha considerado el período Mayo - Septiembre, que es cuando disminuye considerablemente el riego y paralelamente aumentan las precipitaciones, sumándose ambas condiciones para que la disponibilidad de aguas sea mayor.

El procedimiento de cálculo utilizado ha sido el siguiente:

- Determinación de la disponibilidad hidrológica, ya sea a partir de recursos propios de la subcuenca o por recursos trasvasados desde alguna cuenca vecina.

- Determinación de caudales a respetar en cada caso, que están dados por los caudales ecológicos, los derechos de aguas superficiales, tanto constituidos como en trámite (ver Anexo 11) y los usos históricos del agua, como es el caso de algunas asociaciones de regantes que solo existen de hecho y que estarían en vías de constituirse legalmente, como los regantes del canal Idahue, en el río Mataquito.

- Determinación de la disponibilidad efectiva de recursos para recarga artificial, que corresponde a la disponibilidad hidrológica menos el caudal ecológico, menos los derechos constituidos y en trámite en la subcuenca y menos los usos históricos registrados.

La disponibilidad hidrológica, recursos propios y de trasvases, ya ha sido determinada en los subcapítulos 8.2 y 8.3 anteriores.

Entre los caudales a respetar se tiene:

- Caudales ecológicos: Estos caudales han sido determinados a partir de la metodología definida en el Decreto 14, de Julio de 2013, del Ministerio de Medio Ambiente.

- Derechos de aguas superficiales constituidos y en trámite, a partir de la información oficial DGA para cada una de las subcuencas. Es importante señalar que en dichos registros hay un gran número de solicitudes o expedientes (más del 50%), en que la información de ubicación de los puntos de captación es parcial o inexistente.

- Usos históricos del agua. Considerando que la información de derechos de aguas no está georeferenciada en su totalidad y que hay usos históricos de aguas superficiales que aunque no están regularizados a la fecha, están en vías de concretar dicho proceso (Ejemplo: Canal Idahue), se ha considerado pertinente utilizar información de usos de aguas superficiales que se ha extraído del estudio DGA-AC Ing. Consultores, 2000, "Levantamiento de Bocatomas en Cauces Naturales" (SIT 64), que incluye entre los ríos estudiados, el Mataquito y el Maule.

La determinación de la disponibilidad efectiva en cada caso se ha obtenido restando a la disponibilidad hidrológica tanto los caudales ecológicos como los caudales de derechos y/o caudales de usos históricos (en los casos de los ríos Mataquito y Maule), de forma de no afectar el ejercicio de los actuales usuarios de las aguas superficiales.

En las tablas siguientes se presentan: las disponibilidades hidrológicas determinadas previamente mediante análisis de frecuencia, para cada sector, para el período Mayo a Septiembre, para probabilidades de excedencia 50% y 85%, los caudales ecológicos adoptados, que fueron determinados de acuerdo a la metodología DGA del Decreto 14 de Julio de 2013, los caudales de derechos constituidos y en trámite, tanto aguas arriba como aguas abajo de los puntos de captación y en el caso de los ríos Mataquito y Maule, también los caudales de usos históricos (captaciones desde bocatomas existentes), lo que finalmente ha permitido determinar las disponibilidades efectivas, que también se indican en las tablas señaladas y que corresponden a las disponibilidades hidrológicas, menos los caudales ecológicos y menos los derechos constituidos o usos históricos (bocatomas existentes).

Se han marcado en amarillo y en naranja, los caudales hidrológicamente disponibles para las condiciones 50% y 85% de probabilidad de excedencia, respectivamente. Los colores son solo para mayor claridad al observar las tablas.

Se ha marcado con rojo los caudales medios mensuales resultantes menores a 50 l/s, ya que valores menores a dicho umbral en la práctica no son aprovechables para efectos de alimentar proyectos de recarga artificial. A su vez, se ha marcado con verde los valores resultantes mayores a dicho valor, lo que indica que serían meses en los que se podría realizar recarga.

Tabla 8.4-1a
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Los Cuervos - Estero Los Cuervos (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Mataquito Costa	Los Cuervos	(+) Disp. Hidrol. 50%	0,265	0,600	0,937	1,170	0,861
(Subcuenca Nº3)	(Est. Los Cuervos)	(+) Disp. Hidrol. 85%	0,083	0,249	0,323	0,485	0,507
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	0,100	0,242	0,307	0,306	0,213
		(-) Derechos constit.					
		(-) Derechos en tram.					
		(-) Estim Derechos s/inf.	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062
		(=) Disponib. Efectiva 50%	0,103	0,296	0,568	0,802	0,586
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,117	0,232

Fuente: Elaboración propia

La estimación de los derechos sin información que afectan a la subcuenca se ha realizado a partir del análisis de la información del estudio “Levantamiento de Bocatomas en Cauces Naturales”
SIT 64 DGA-AC, 2000.

Tabla 8.4-1b
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Los Cuervos - Río Mataquito (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Mataquito Costa	Los Cuervos -	(+) Disp. Hidrol. 50%	59,468	126,287	123,723	135,376	106,852
(Subcuenca Nº3)	Trasv. Mataquito	(+) Disp. Hidrol. 85%	40,490	70,531	58,243	82,784	68,400
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	12,790	32,078	32,840	29,640	28,819
		(-) Derechos constit.	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066
		(-) Derechos en tram.	0,185	0,185	0,185	0,185	0,185
		(-) Estim Derechos s/inf.	137,634	137,634	137,634	137,634	137,634
		(=) Disponib. Efectiva 50%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Acuerdo con Canalistas					
		Docamavida o Licantén Ote.	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17

Fuente: Elaboración propia

Se debiera tratar de llegar a un acuerdo con los canalistas de los canales Docamávida o Licantén Oriente, que tienen sus bocatomas cercanas al sector de proyecto, para poder utilizar las aguas que ellos no utilicen en invierno con fines de recarga artificial. Los caudales señalados corresponden a parte de los derechos que ellos normalmente utilizan para riego en la temporada correspondiente y que debería confirmarse que no usan en el período de invierno, que es cuando se realizaría la recarga.

Tabla 8.4-2a
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Pichilemu - Estero Pichilemu (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Mataq - Hualañé -	Pichilemu	(+) Disp. Hidrol. 50%	0,045	0,113	0,187	0,232	0,186
Licantén		(+) Disp. Hidrol. 85%	0,015	0,036	0,042	0,072	0,098
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	0,029	0,062	0,077	0,060	0,044
		(-) Derechos constit.					
		(-) Derechos en tram.					
		(-) Estim Derechos s/inf.	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
		(=) Disponib. Efectiva 50%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-2b
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Pichilemu - Río Mataquito (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Mataq - Hualañé -	Pichilemu -	(+) Disp. Hidrol. 50%	57,365	121,823	119,349	130,590	103,074
Licantén	Trasv. Mataquito	(+) Disp. Hidrol. 85%	39,059	68,038	56,184	79,858	65,982
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	12,338	30,944	31,679	28,592	27,800
		(-) Derechos constit.	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066
		(-) Derechos en tram.	0,185	0,185	0,185	0,185	0,185
		(-) Estim Derechos s/inf.	137,634	137,634	137,634	137,634	137,634
		(=) Disponib. Efectiva 50%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Acuerdo con Canalistas					
		Idahue (riegan mismo sector)	1,380	1,380	1,380	1,380	1,380

Fuente: Elaboración propia

Se debiera tratar de llegar a un acuerdo con los canalistas del Canal Idahue, que tiene su bocatoma cercana al sector de proyecto, para poder utilizar las aguas que ellos no utilicen en invierno con fines de recarga artificial.

Tabla 8.4-3
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Huenchullamí 1 - Río Huenchullamí (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Huenchullamí	Huenchulamí 1	(+) Disp. Hidrol. 50%	4,103	7,914	13,784	12,331	10,143
		(+) Disp. Hidrol. 85%	1,031	2,494	3,253	3,609	3,283
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	1,263	3,285	4,267	3,550	2,217
		(-) Derechos constit.	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
		(-) Derechos en tram.	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	2,687	4,476	9,364	8,628	7,773
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,913

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-4
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Huenchullamí 2 - Estero Pudú (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Huenchullamí	Huenchulamí 2	(+) Disp. Hidrol. 50%	0,237	0,457	0,796	0,764	0,586
		(+) Disp. Hidrol. 85%	0,06	0,144	0,188	0,186	0,19
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	0,073	0,190	0,246	0,205	0,128
		(-) Derechos constit.					
		(-) Derechos en tram.					
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	0,164	0,267	0,550	0,559	0,458
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,062

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-5
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Huenchullamí 3 - Río Huenchullamí (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Huenchullamí	Huenchulamí 3	(+) Disp. Hidrol. 50%	4,926	9,501	16,548	14,804	12,177
		(+) Disp. Hidrol. 85%	1,238	2,994	3,905	4,333	3,942
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	1,516	3,944	5,123	4,262	2,662
		(-) Derechos constit.	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
		(-) Derechos en tram.	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	3,257	5,404	11,272	10,389	9,362
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	1,127

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-6a
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Los Maquis - Estero Los Maquis (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Maule Curtiduría	Los Maquis	(+) Disp. Hidrol. 50%	0,071	0,172	0,278	0,32	0,207
		(+) Disp. Hidrol. 85%	0,022	0,051	0,053	0,105	0,091
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	0,032	0,074	0,095	0,086	0,048
		(-) Derechos constit.					
		(-) Derechos en tram.					
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	0,039	0,098	0,183	0,234	0,159
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,019	0,043

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-6b
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Los Maquis - Río Maule (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Maule Curtiduría	Los Maquis -	(+) Disp. Hidrol. 50%	334,417	604,711	824,863	705,24	574,493
	Trasv. Maule	(+) Disp. Hidrol. 85%	231,514	370,837	484,449	382,658	359,706
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	86,957	143,893	187,211	161,791	129,558
		(-) Derechos constit.					
		(-) Derechos en tram.					
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%					
		(=) Disponib. Efectiva 85%					
		Acuerdo con Canalistas					
		Canal Pencahue	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200

Fuente: Elaboración propia

Se debiera tratar de llegar a un acuerdo con los canalistas del Canal Pencahue (u otro canal que se encuentre cercano al sector de proyecto), que tiene derechos sobre el río Lircay, afluente al Claro, y este a su vez afluente al Maule, para poder utilizar las aguas que ellos no utilicen en invierno con fines de recarga artificial.

Tabla 8.4-7a
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto El Valle - Estero El Valle (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Maule Curtiduría	El Valle	(+) Disp. Hidrol. 50%	0,06	0,144	0,229	0,266	0,173
		(+) Disp. Hidrol. 85%	0,018	0,042	0,044	0,087	0,076
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	0,027	0,062	0,079	0,072	0,040
		(-) Derechos constit.					
		(-) Derechos en tram.					
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	0,033	0,082	0,150	0,194	0,133
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,015	0,036

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-7b
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto El Valle - Río Maule (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Maule Curtiduría	El Valle -	(+) Disp. Hidrol. 50%	333,298	602,686	822,102	702,878	572,569
	Trasv. Maule	(+) Disp. Hidrol. 85%	230,739	369,595	482,827	381,377	358,502
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	86,666	143,411	186,584	161,249	129,124
		(-) Derechos constit.					
		(-) Derechos en tram.					
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%					
		(=) Disponib. Efectiva 85%					
		Acuerdo con Canalistas					
		Canal Pencahue	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200

Fuente: Elaboración propia

Se debiera tratar de llegar a un acuerdo con los canalistas del Canal Pencahue (u otro canal que se encuentre cercano al sector de proyecto), que tiene derechos sobre el río Lircay, afluente al Claro, y este a su vez afluente al Maule, para poder utilizar las aguas que ellos no utilicen en invierno con fines de recarga artificial.

Tabla 8.4-8
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Estero Carrizo - Estero Carrizo (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Empedrado	Estero Carrizo	(+) Disp. Hidrol. 50%	0,438	0,978	1,419	1,583	0,945
		(+) Disp. Hidrol. 85%	0,138	0,386	0,332	0,558	0,489
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	0,093	0,284	0,344	0,340	0,198
		(-) Derechos constit.	0,515	0,515	0,515	0,515	0,515
		(-) Derechos en tram.					
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	0,000	0,179	0,560	0,728	0,232
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-9
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Reloca - Río Reloca (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Reloca	Reloca	(+) Disp. Hidrol. 50%	2,334	5,677	8,913	9,014	5,613
		(+) Disp. Hidrol. 85%	0,74	2,247	2,322	3,543	3,046
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	0,602	1,647	2,070	1,962	1,166
		(-) Derechos constit.	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052
		(-) Derechos en tram.					
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	1,680	3,978	6,791	7,000	4,395
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,086	0,548	0,200	1,529	1,828

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-10
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Chanco - Estero Lircay (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Chanco	Chanco	(+) Disp. Hidrol. 50%	0,371	1,434	2,047	1,618	1,158
		(+) Disp. Hidrol. 85%	0,071	0,263	0,562	0,743	0,686
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	0,248	0,409	0,545	0,401	0,248
		(-) Derechos constit.					
		(-) Derechos en tram.					
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	0,123	1,025	1,502	1,217	0,910
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,017	0,342	0,438

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-11
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Rahue - Estero Lircay (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Rahue	Rahue	(+) Disp. Hidrol. 50%	0,371	1,434	2,047	1,618	1,158
		(+) Disp. Hidrol. 85%	0,071	0,263	0,562	0,743	0,686
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	0,248	0,409	0,545	0,401	0,248
		(-) Derechos constit.					
		(-) Derechos en tram.					
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	0,123	1,025	1,502	1,217	0,910
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,017	0,342	0,438

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-12
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Purapel Medio - Río Purapel (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Purapel Medio	Purapel Medio	(+) Disp. Hidrol. 50%	2,323	5,912	9,512	11,088	6,278
		(+) Disp. Hidrol. 85%	0,698	1,897	1,965	3,092	2,899
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	1,026	2,352	3,004	2,647	1,427
		(-) Derechos constit.	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
		(-) Derechos en tram.					
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	1,259	3,522	6,470	8,403	4,813
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,407	1,434

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-13
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Purapel Bajo - Río Purapel (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Purapel Bajo	Purapel Bajo	(+) Disp. Hidrol. 50%	2,798	7,121	11,459	13,357	7,563
		(+) Disp. Hidrol. 85%	0,841	2,286	2,367	3,725	3,493
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	1,236	2,834	3,619	3,189	1,720
		(-) Derechos constit.	0,255	0,255	0,255	0,255	0,255
		(-) Derechos en tram.	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	1,107	3,832	7,385	9,713	5,388
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,081	1,318

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-14
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Belco Alto - Estero Sin Nombre (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Belco	Belco Alto	(+) Disp. Hidrol. 50%	0,023	0,052	0,076	0,084	0,05
		(+) Disp. Hidrol. 85%	0,004	0,021	0,018	0,03	0,026
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	0,005	0,015	0,018	0,018	0,011
		(-) Derechos constit.					
		(-) Derechos en tram.	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	0,000	0,000	0,012	0,020	0,000
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-15
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Belco Bajo - Río Belco (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Belco	Belco Bajo	(+) Disp. Hidrol. 50%	0,773	1,912	2,038	2,688	1,972
		(+) Disp. Hidrol. 85%	0,244	0,437	0,459	0,901	0,911
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	0,162	0,518	0,619	0,688	0,416
		(-) Derechos constit.					
		(-) Derechos en tram.					
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	0,611	1,394	1,419	2,000	1,556
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,082	0,000	0,000	0,213	0,495

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-16
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Cauquenes Arenal - Estero El Arenal (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Cauquenes Arenal	El Arenal	(+) Disp. Hidrol. 50%	0,563	1,067	1,644	1,458	1,123
		(+) Disp. Hidrol. 85%	0,194	0,322	0,281	0,462	0,408
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	0,099	0,277	0,332	0,371	0,237
		(-) Derechos constit.					
		(-) Derechos en tram.	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	0,373	0,699	1,221	0,996	0,795
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,004	0,000	0,000	0,000	0,080

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-17
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Cauquenes Las Garzas – Est. Las Garzas (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Cauq. Las Garzas	Las Garzas	(+) Disp. Hidrol. 50%	0,375	1,319	1,783	1,944	1,371
		(+) Disp. Hidrol. 85%	0,136	0,353	0,421	0,74	0,673
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	0,230	0,445	0,610	0,485	0,312
		(-) Derechos constit.	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066
		(-) Derechos en tram.	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	0,000	0,648	0,947	1,233	0,833
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,029	0,135

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-18
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Coronel de Maule - Río Cauquenes (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Cauq. Huedque	Coronel de Maule	(+) Disp. Hidrol. 50%	3,899	7,954	7,979	9,059	6,012
		(+) Disp. Hidrol. 85%	1,366	3,495	2,718	3,302	2,335
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	1,080	2,156	2,536	2,579	1,531
		(-) Derechos constit.	0,440	0,440	0,440	0,440	0,440
		(-) Derechos en tram.	0,407	0,407	0,407	0,407	0,407
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	1,972	4,951	4,596	5,633	3,634
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,492	0,000	0,000	0,000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-19
Determinación de la Disponibilidad Hídrica Superficial para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos - Proyecto Pelluhue - Estero Los Molinos (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Curanipe	Pelluhue	(+) Disp. Hidrol. 50%	0,193	0,889	1,28	0,844	0,603
		(+) Disp. Hidrol. 85%	0,037	0,155	0,334	0,385	0,357
		Q ecol. (DTO 14 Jul-2013)	0,126	0,209	0,281	0,208	0,129
		(-) Derechos constit.	0,068	0,068	0,068	0,068	0,068
		(-) Derechos en tram.					
		(-) Estim Derechos s/inf.					
		(=) Disponib. Efectiva 50%	0,000	0,612	0,931	0,568	0,406
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,109	0,160

Fuente: Elaboración propia

El resumen de resultados se presenta en la Tabla 8.4-20 siguiente, donde se mantiene la simbología de colores, marcando con verde los meses en que la disponibilidad es mayor a 50 l/s y con rojo cuando es menor a dicha cifra, lo que representa un caudal muy pequeño para ser aprovechado en proyectos de recarga.

Tabla 8.4-20
Resumen de Resultados de Disponibilidad para Recarga Artificial (m3/s)

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Mataquito Costa (Subcuenca Nº3)	Los Cuervos (Est. Los Cuervos)	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,103	0,296	0,568	0,802	0,586
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,117	0,232
Mataquito Costa (Subcuenca Nº3)	Los Cuervos - Trasv. Mataquito	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Acuerdo con Canalistas					
		Docamavida o Licantén Ote.	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170
Mataq - Hualañé - Licantén	Pichilemu	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mataq - Hualañé - Licantén	Pichilemu - Trasv. Mataquito	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Acuerdo con Canalistas					
		Idahue (riegan mismo sector)	1,380	1,380	1,380	1,380	1,380
Huenchullamí	Huenchulamí 1	(=) Disponib. Efectiva 50%	2,687	4,476	9,364	8,628	7,773
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,913
Huenchullamí	Huenchulamí 2	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,164	0,267	0,550	0,559	0,458
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,062
Huenchullamí	Huenchulamí 3	(=) Disponib. Efectiva 50%	3,257	5,404	11,272	10,389	9,362
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	1,127
Maule Curtiduría	Los Maquis	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,039	0,098	0,183	0,234	0,159
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,019	0,043
Maule Curtiduría	Los Maquis - Trasv. Maule	(=) Disponib. Efectiva 50%					
		(=) Disponib. Efectiva 85%					
		Acuerdo con Canalistas					
		Canal Pencahue	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-20 (Continuación)
Resumen de Resultados de Disponibilidad para Recarga Artificial

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Maule Curtiduría	El Valle	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,033	0,082	0,150	0,194	0,133
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,015	0,036
Maule Curtiduría	El Valle - Trasv. Maule	(=) Disponib. Efectiva 50%					
		(=) Disponib. Efectiva 85%					
		Acuerdo con Canalistas Canal Pencahue	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Empedrado	Estero Carrizo	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,000	0,179	0,560	0,728	0,232
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Reloca	Reloca	(=) Disponib. Efectiva 50%	1,680	3,978	6,791	7,000	4,395
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,086	0,548	0,200	1,529	1,828
Chanco	Chanco	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,123	1,025	1,502	1,217	0,910
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,017	0,342	0,438
Rahue	Rahue	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,123	1,025	1,502	1,217	0,910
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,017	0,342	0,438
Purapel Medio	Purapel Medio	(=) Disponib. Efectiva 50%	1,259	3,522	6,470	8,403	4,813
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,407	1,434
Purapel Bajo	Purapel Bajo	(=) Disponib. Efectiva 50%	1,107	3,832	7,385	9,713	5,388
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,081	1,318
Belco	Belco Alto	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,000	0,000	0,012	0,020	0,000
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Belco	Belco Bajo	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,611	1,394	1,419	2,000	1,556
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,082	0,000	0,000	0,213	0,495
Cauquenes Arenal	El Arenal	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,373	0,699	1,221	0,996	0,795
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,004	0,000	0,000	0,000	0,080

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.4-20 (Continuación)
Resumen de Resultados de Disponibilidad para Recarga Artificial

Subcuenca	Proyecto	Tipo de Caudal	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Cauq. Las Garzas	Las Garzas	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,000	0,648	0,947	1,233	0,833
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,029	0,135
Cauq. Huedque	Coronel de Maule	(=) Disponib. Efectiva 50%	1,972	4,951	4,596	5,633	3,634
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,492	0,000	0,000	0,000
Curanipe	Pelluhue	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,000	0,612	0,931	0,568	0,406
		(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,109	0,160

Fuente: Elaboración propia

Esta información corresponde a los valores de caudales medios mensuales que podrían ser utilizados para infiltración, asociados a las probabilidades de excedencia que se indica. Estos valores han sido determinados a partir del análisis de los caudales medios mensuales generados para el período 1963 – 2012.

Con estos antecedentes es posible definir cuáles son los proyectos que dispondrían de recursos de aguas de invierno para abastecer proyectos de recarga artificial (caudales teóricos) y una vez que se dimensionen las obras, se podrán generar las series de caudales efectivos que serían infiltrables con dichas obras.

Los valores entregados en las tablas anteriores corresponden a valores teóricos, que serán ajustados al momento de realizar los diseños de perfil y dimensionamientos de las obras, pues en ese momento se determinarán o estimarán las pérdidas por conducción desde los puntos de toma hasta las áreas de infiltración.

Se observa que para la condición de 85% de probabilidad de excedencia, sólo un proyecto dispondría de caudales mayores a 50 l/s en todos los meses del período considerado para la recarga (Mayo a Septiembre), y corresponde al proyecto Reloca, en el resto de los proyectos, la disponibilidad es solo parcial.

Para la condición de 50% de probabilidad de excedencia, son 12 los proyectos que contarían con caudales mayores a 50 l/s en todos los meses del período considerado (Mayo a Septiembre), en el resto de los proyectos, la disponibilidad es sólo parcial.

El hecho que, de acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis hidrológicos, aún en el período invernal no se pueda disponer de caudales permanentes es coherente con la condición de secano de las subcuencas que conforman el área de estudio.

9 DEFINICIÓN DE PERFILES

A partir de la evaluación preliminar de las condiciones hidrogeológicas de los sectores y de la disponibilidad de agua determinada para cada uno de ellos, se han seleccionado diez proyectos para ser desarrollados a nivel de perfil. Los proyectos que fueron seleccionados son los que se presentan en la Tabla 9-1 siguiente.

Cabe señalar que de los 10 proyectos seleccionados, sólo dos de ellos tienen la opción de trasvase; Los Cuervos, con trasvase desde el río Mataquito y El Valle, con trasvase desde el río Maule. En el resto, se determinó previamente en este mismo estudio, que no existen cauces con disponibilidad de aguas que se ubiquen en las cercanías como para ser considerados alternativas de trasvase. Además, debe considerarse que el trasvase se pensó como alternativa para los casos en que los recursos hídricos sobrantes de invierno en la propia cuenca fuesen insuficientes. Sin embargo, se ha determinado que las superficies a beneficiar en general son pequeñas, entre 20 y 25 ha en promedio, por lo que los recursos propios de las cuencas, para la condición hidrológica evaluada, son suficientes y resulta menos costoso disponer de ellos que de recursos importados desde otras cuencas, en los sectores de proyecto.

Tabla 9-1
Proyectos Seleccionados para ser Desarrollados a Nivel de Perfil

Nº	Subcuenca	Proyecto	Descripción
1	Mataquito Costa	Primera Opción: Los Cuervos (Con aguas del Estero Los Cuervos)	Captación desde el Estero Los Cuervos, recursos que se acumulan en el mismo estero, mediante pretil, para recargar sectores vecinos.
		Alternativa: Los Cuervos (Con trasvase desde Río Mataquito)	Captación desde río Mataquito, recursos que se conducen al área de recarga mediante aducción con elevación mecánica.
2	Huenchullamí	Primera Opción: Huenchullamí 3 (Con aguas del Río Huenchullamí)	Captación desde el río Huenchullamí, recursos que se conducen al área de recarga mediante aducción gravitacional o con elevación mecánica.
		Alternativa: (Sin opción de trasvase)	-
3	Huenchullamí	Primera Opción: Huenchullamí 2 (Con aguas del Estero Pudú)	Captación desde el estero Pudú, recursos que se conducen al área de recarga (ribera del río Huenchullamí) mediante aducción gravitacional.
		Alternativa: (Sin opción de trasvase)	-

Tabla 9-1 (Continuación)
Proyectos Seleccionados para ser Desarrollados a nivel de Perfil

Nº	Subcuenca	Proyecto	Descripción
4	Huenchullamí	Primera Opción: Huenchullamí 1 (Con aguas del Río Huenchullamí)	Captación desde el río Huenchullamí, recursos que se acumulan en el mismo estero, mediante pretil en sector Loma Limpia, para recargar sectores vecinos.
		Alternativa: (Sin opción de trasvase)	-
5	Maule Curtiduría	Primera Opción: El Valle (Con aguas del Estero El Valle)	Captación desde el estero El Valle, recursos excedentes al embalse existente, que se conducirían gravitacionalmente para recargar sectores vecinos.
		Alternativa: El Valle (Con Trasvase o elev. desde Río Maule)	Captación desde el río Maule, recursos que se conducen al área de recarga mediante aducción con elevación mecánica
6	Reloca	Primera Opción: Reloca (Con aguas del Río Reloca)	Captación desde el río Reloca, para aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción gravitacional o con elevación mecánica hasta los sectores de recarga, donde se infiltraría en zanjas o piscinas.
		Alternativa: (Sin opción de trasvase)	-
7	Chanco	Primera Opción: Chanco (Con aguas del Estero Lircay)	Captación desde el estero Lircay, aguas abajo de la confluencia con los esteros Peralillo e Infiernillo, para aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción gravitacional o con elevación mecánica hasta los sectores de recarga, donde se infiltraría en zanjas.
		Alternativa: (Sin opción de trasvase)	-
8	Rahue	Primera Opción: Rahue (Con aguas del Estero Lircay)	Captación desde el estero Lircay, aguas abajo de la confluencia con los esteros Peralillo e Infiernillo, para aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción con elevación mecánica hasta los sectores de recarga, donde se infiltraría en zanjas.
		Alternativa: (Sin opción de trasvase)	-
9	Purapel Bajo	Primera Opción: Purapel Bajo (Con aguas del Río Purapel)	Captación desde el río Purapel, en el tramo bajo de éste, para aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción gravitacional o mediante elevación mecánica hasta los sectores de recarga, donde se infiltraría en zanjas o piscinas
		Alternativa: (Sin opción de trasvase)	-
10	Curanipe	Primera Opción: Pelluhue (Con aguas del Estero El Molino)	Captación desde el estero Los Molinos, de forma de aprovechar parte de los flujos de invierno, para conducirlos en una aducción con elevación mecánica hasta los sectores de recarga, donde se infiltraría mediante zanjas o piscinas.
		Alternativa: (Sin opción de trasvase)	-

Fuente: Elaboración propia.

9.1 Antecedentes Generales para el Diseño a Nivel de Perfil de los Proyectos de Recarga

9.1.1 Topografía

Se han realizado levantamientos topográficos de los 10 sectores de proyecto, con curvas de nivel cada 1 m.

La información generada en cada levantamiento ha sido utilizada en el diseño de las obras para determinar la cubicación de los volúmenes de obra requeridos, específicamente en cuanto a movimientos de tierra. Los antecedentes señalados (cubicaciones) se presentan como resultados en el Capítulo 12 y en forma detallada en el Anexo 20, “Criterios de Diseño, Memorias de Cálculo, Volúmenes de Obra y Precios Unitarios”.

9.1.2 Pruebas de Infiltración

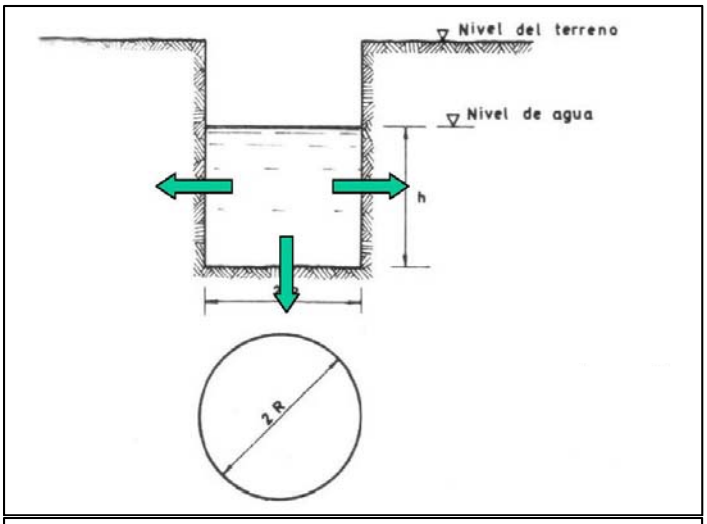
Con el objetivo de cuantificar las tasas de infiltración esperables en cada sector de proyecto se realizaron pruebas de infiltración en cada uno de ellos. El método elegido fue el de pruebas de infiltración en calicatas excavadas, por ser éste un método más simple que otros, como por ejemplo el de infiltrómetro de doble anillo, y que resulta más que suficiente para el alcance del estudio (proyectos a nivel de perfil).

Para materializar las pruebas y previa autorización de los propietarios de los predios, se excavó, mediante retroexcavadora, una calicata por sector, de entre 1,7 y 2,0 m de profundidad, salvo en un sector (Huenchullamí 1), donde sólo se llegó a 1,4 m de profundidad ya que se alcanzó una napa que no permitió excavar más profundo (Nivel Estático a 0,46 m).

La ubicación de las calicatas fue definida previamente, en función del emplazamiento proyectado de las obras de infiltración, de forma que fuesen representativas de la condición de permeabilidad de dichos sitios.

Las pruebas de infiltración realizadas consistieron en vaciar un cierto volumen de agua en cada calicata, de forma que se alcanzara una altura de agua (0,5 m en promedio) que permitiese medir la variación del nivel en el tiempo, debido a la infiltración en el terreno. Este proceso se repitió, pues la primera vez el suelo se va saturando y la segunda vez se obtienen resultados más representativos (el valor de k se va ajustando por exceso). Con los registros de la variación de niveles en el tiempo, se aplicó el método de Porchet que permite determinar la tasa de infiltración (*f*), de acuerdo a la relación que se muestra en la Figura 9.1-2-1.

Figura 9.1.2-1
Representación Esquemática del Método de Porchet



$$f = \frac{R}{2(t_2 - t_1)} \cdot \ln\left(\frac{2h_1 + R}{2h_2 + R}\right)$$

Donde:

f: Tasa de infiltración (m/s).
R: Radio de la excavación (m).
h1 y h2: Altura del nivel de agua, medida desde el fondo, en los instantes t1 y t2, respectivamente (m).
t1 y t2: Instantes en que se mide las alturas de agua h1 y h2, respectivamente (s).

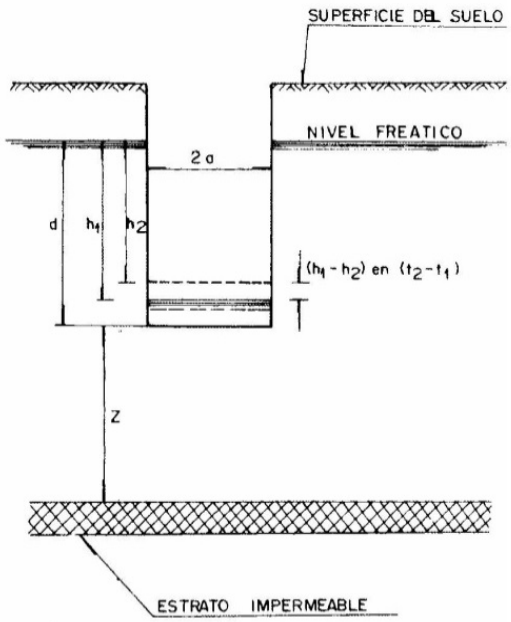
En uno de los sectores (Huenchullamí 1), tal como ya se señaló, la napa es más superficial (Nivel Estático = 0,46 m) que en el resto, por lo que la calicata de este sector solo alcanzó los 1,4 m de profundidad. Dado que la calicata quedó con agua y no se produciría infiltración, se realizó en ella una prueba de agotamiento y recuperación, cuyos registros luego fueron interpretados utilizando las relaciones definidas para el caso de la perforación no entubada, que se presentan a continuación.

Figura 9.1.2-2
Representación Esquemática del Método de la Perforación no Entubada

$$K = \frac{a \cdot S}{2\,d + a} \cdot \frac{\ln(h_1 / h_2)}{(t_2 - t_1)}$$

Donde S=(a·d/0,19) en el sistema MKS

S [m]
a [m]
d [m]
0,19 es un coeficiente en [m]



Donde:

K: Coeficiente de Permeabilidad (m/s).
a: Radio de la excavación (m).
h1 y h2: Depresión residual respecto al nivel estático, en los instantes t1 y t2, respectivamente (m).
t1 y t2: Instantes en que se mide las depresiones residuales h1 y h2, respectivamente (s).

El agua utilizada para los ensayos fue llevada hasta las calicatas en tambores que fueron llenados con motobomba desde los cauces cercanos. En algunos casos fue aportada por los mismos propietarios. Las calicatas, una vez terminadas las pruebas fueron tapadas, para evitar cualquier accidente de caídas de personas o animales que transitasen por el lugar. Sólo una calicata se dejó sin tapar (Sector Los Cuervos), por pedido explícito del administrador de los terrenos.

Las calicatas excavadas se pueden apreciar en las fotografías que se presentan en el Anexo 16.

En la Tabla 9.1.2-1 siguiente se indican las principales características y las coordenadas de los puntos donde se excavaron las calicatas y en la Figura 9.1.2-3 se puede apreciar la ubicación general de dichos puntos.

Tabla 9.1.2-1
Ubicación y Características de las Calicatas Utilizadas para Pruebas de Infiltración

Calicata	Sector	Tipo Prueba	Material	Coordenadas UTM		Profundidad	k adoptado	Permeabilidad *
				E(m)	N(m)	(m)	(m/s)	
1	Los Cuervos	Infiltración	Arcillas compactas y con humedad	759.794	6.121.542	2,0	1,00E-07	Muy lenta
2	Huenchullamí 3	Infiltración	Arenas con bajo contenido de material fino (limos y arcillas)	758.588	6.108.952	1,8	4,00E-05	Elevada
3	Huenchullamí 2	Infiltración	Arenas con contenido medio de materiales finos del tipo limos.	759.834	6.106.215	1,7	8,50E-06	Moderada
4	Huenchullamí 1	Agotamiento	Arenas limpias, napa superficial (NE=0,46 m)	760.715	6.098.872	1,4	1,00E-04	Muy elevada
5	El Valle	Infiltración	Arcillas compactas	237.198	6.067.912	1,8	1,00E-07	Muy lenta
6	Reloca	Infiltración	Hasta 1m, arcillas. Luego arcilla limosa.	723.756	6.054.897	2,0	1,00E-06	Lenta
7	Purapel	Infiltración	Arenas con bajo contenido de limos.	766.068	6.042.498	1,7	1,80E-05	Moderada
8	Chanco	Infiltración	Suelos finos tipo limos.	725.492	6.040.623	1,8	4,00E-06	Moderadamente lenta
9	Rahue	Infiltración	Suelos finos tipo arcillas compactas.	725.143	6.039.346	2,0	9,00E-07	Lenta
10	Pelluhue	Infiltración	Arenas limosas.	721.613	6.034.237	1,7	6,00E-06	Moderada

(*): Según clasificación del Soil Conservation Service de EEUU
Coordenadas UTM (m), Datum: WGS84, Huso 18S, salvo calicata 5, que está en Huso 19S
Fuente: Elaboración propia.

Los valores de la columna “k adoptado” corresponden a los valores representativos a los que tienden los valores determinados de permeabilidad para la serie de datos registrados en las pruebas. Valores que fueron determinados a través de los métodos de Porchet (todas las calicatas menos la Nº4 donde se llegó a la napa) y de la Perforación no Entubada (Calicata Nº4, donde se debió realizar agotamiento pues se llegó a la napa). Esto quiere decir que para cada conjunto de datos de las pruebas de infiltración (y agotamiento) realizadas, se determinó a partir de la observación del gráfico permeabilidad versus tiempo, el valor que representa la tendencia y se definió dicho valor como “k adoptado”. La información detallada se presenta en el Anexo 15.

Figura 9.1.2-3
Ubicación Calicatas para Pruebas de Infiltración



Simbología
Calicata
Purapel Nombre del Sector
Fuente: Elaboración propia.

9.1.3 Antecedentes previos al Diseño a Nivel de Perfil

El diseño de las obras de recarga asociadas a cada proyecto ha sido elaborado sobre la base de las siguientes consideraciones.

- Se han determinado previamente, para cada sector, las disponibilidades de aguas superficiales de invierno, para probabilidades de excedencia de 85% y 50%. En nueve de los diez proyectos los caudales 85% del período Mayo – Septiembre, que son los que se pretende infiltrar, son prácticamente inexistentes, por lo que se han desarrollado los proyectos a nivel de perfil considerando que se utilizará los caudales de invierno asociados a 20% de

probabilidad de excedencia, es decir, se podrá disponer de ellos en promedio uno de cada dos años, lo que significa que salvo en el sector El Valle, donde podrían destinarse al riego de viñas de secano, en el resto de los sectores, se utilizarían esas aguas para riego de cultivos anuales, chacras u hortalizas.

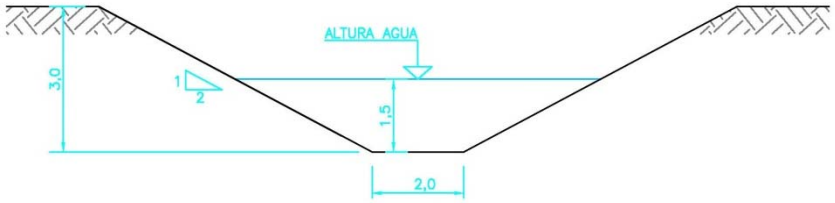
- Se han estimado los límites de las áreas que serán potencialmente beneficiadas con cada proyecto, determinándose las superficies de cada una.
- Se han realizado pruebas de infiltración para conocer los coeficientes de permeabilidad y las tasas de infiltración en cada sector.
- Se ha definido, como criterio conservador, que de los caudales infiltrados, sólo podría extraerse un 30% desde el acuífero. Este porcentaje fue definido en el estudio “Mejoramiento de Aguas Subterráneas de Ligua y Petorca”, desarrollado para la CNR en 2012 y representa un valor conservador, considerando que las aguas infiltradas se distribuyen en el acuífero y que al extraerlas desde una sola captación (pozo o noria), sólo es posible captar un porcentaje menor de dichas aguas.
- En función de los caudales y las superficies disponibles, que en general son pequeñas (38 hectáreas en promedio pero con 4 sectores con superficies menores a 10 ha), se ha definido un caudal de diseño, o máximo infiltrable de 300 l/s por sector, lo que permitiría extraer para riego hasta 90 l/s (el 30% mencionado previamente), que sería más que suficiente para el riego de las superficies potenciales beneficiadas, más aun considerando que la situación futura se ha definido con riego tecnificado.
- Se han determinado las demandas de riego para situación futura, a partir de las superficies disponibles por sector determinadas previamente y de las asignaciones de cultivos definidas por el equipo agronómico.
- Se ha definido, para cada sector y para cada mes, el menor valor entre caudal disponible y caudal de demanda. Con los cinco valores del período May – Sep, se ha definido al caudal de diseño de las obras de recarga por sector.

Para los proyectos que contemplan Zanjas de Infiltración se han definido los siguientes criterios generales:

- Las dimensiones de las zanjas se han definido en función de aspectos constructivos y de mantención, determinándose que tendrán 2 m de ancho basal, de 2 a 3 m de profundidad y taludes que sean estables de acuerdo al tipo de terreno. En principio se ha estimado que taludes H:V=2:1 son estables y generan una superficie de infiltración mayor que taludes más pronunciados y con riesgo de deslizamientos.
- Las longitudes de las zanjas quedarán definidas en cada caso, en función de la superficie requerida para lograr la infiltración con los coeficientes de permeabilidad correspondientes.

En la Figura 9.1.3-1 se presenta un esquema de zanja de infiltración, en corte.

Figura 9.1.3-1
Esquema en Corte de una Zanja de Infiltración

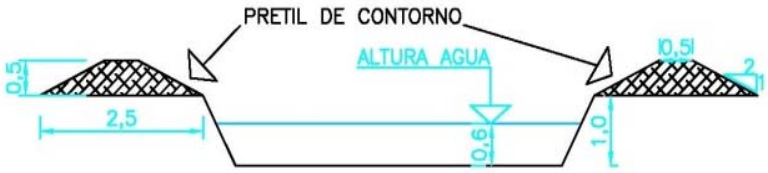


Para los proyectos que contemplan Piscinas de Infiltración se han definido los siguientes criterios generales:

- Las dimensiones de las piscinas se han definido en función de la superficie requerida para infiltrar los caudales de diseño, con las permeabilidades determinadas para cada sector. Las piscinas serán cuadradas o rectangulares, dependiendo de la disponibilidad de espacio en el predio. Su forma se justifica en el hecho que de esa forma logran una mayor superficie de infiltración sin extenderse demasiado como en el caso de una zanja y eso permite además una mejor distribución de las aguas infiltradas en el acuífero. La profundidad del agua a recargar en las piscinas será de máximo 1,2 m, por lo que la profundidad de ellas será máximo de 1,5 m. Serán semienterradas (1 m), es decir, se excavará y se utilizará parte de dicho material para construir los pretiles perimetrales. Los taludes de los pretiles perimetrales serán H:V=2:1.

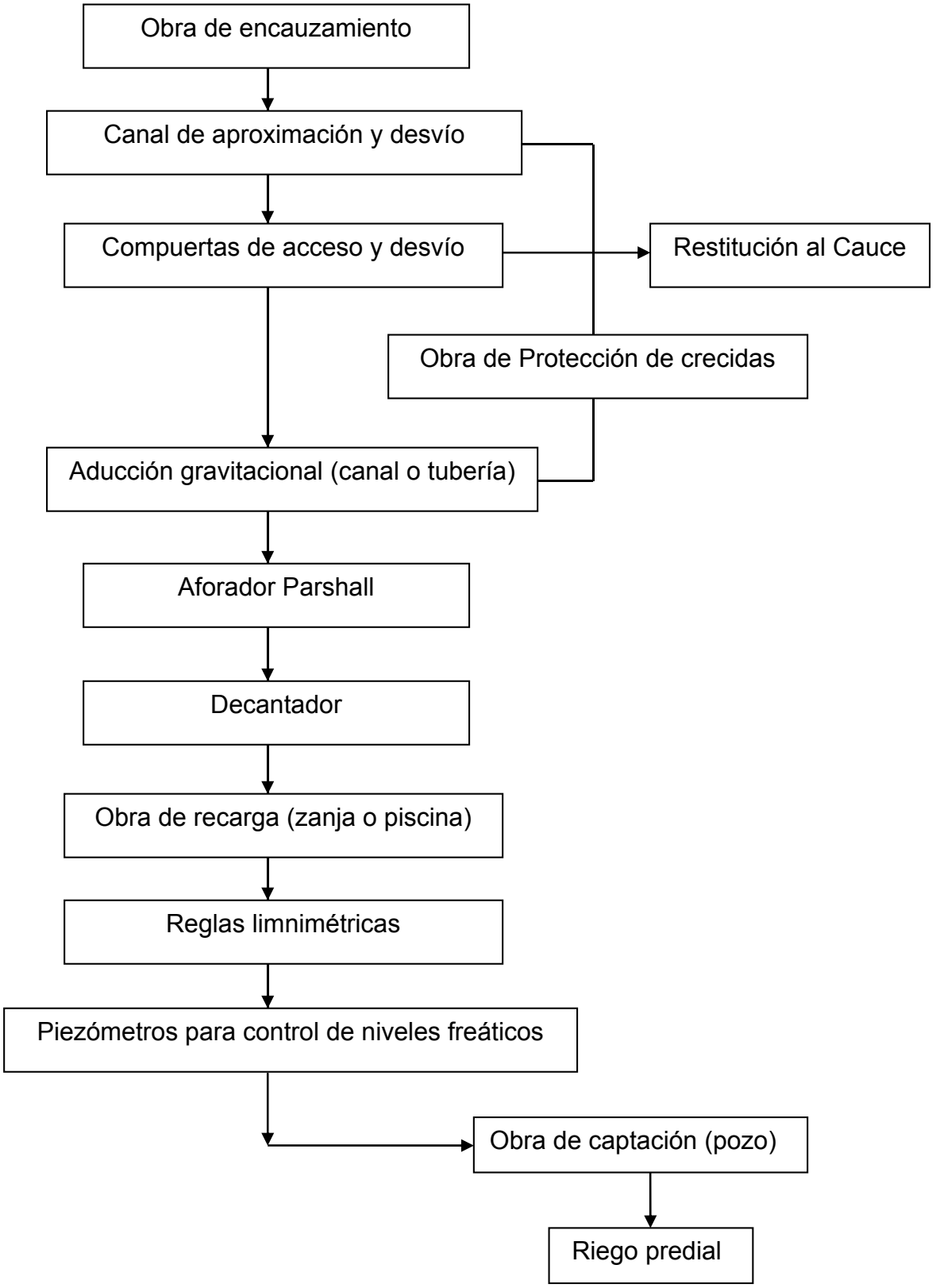
En la Figura 9.1.3-2 se presenta un esquema de piscina de infiltración, en corte.

Figura 9.1.3-2
Esquema en Corte de una Piscina de Infiltración



En general, los proyectos de recarga incluirán un conjunto de obras que estará conformado por:

Figura 9.1.3-3: Obras Consideradas en Proyectos de Recarga Artificial en Superficie



- **Obra de Encauzamiento**: constituida por un pretil de enrocado ubicado dentro del cauce, para interceptar parcialmente el flujo y direccionarlo hacia la obra de toma. En los dos casos en que se considera construir pretiles en los cauces para acumular las aguas de invierno previamente a la recarga (Los Cuervos y Huenchullamí 1), no se contempla obra de encauzamiento.
- **Canal de Aproximación y Desvío, con rejas en los accesos**: Canal excavado en el terreno, de 0,6 m de ancho, que permitirá captar las aguas desde el cauce y conducirlas hasta la aducción (canal o tubería). Tendrá un brazo lateral (canal de desvío), para cuando se quiera evitar que los flujos que entran al canal lleguen a la obra de recarga, ya sea porque la obra de recarga está llena o porque se debe realizar mantención o reparación de la infraestructura. Las rejas tienen por objetivo evitar el ingreso a las obras de basuras o elementos de tamaño grande y mediano.
- **Compuerta de Acceso**: Ubicada en el primer tramo del canal de aproximación, permitirá o cortará el flujo de agua hacia la obra de recarga.
- **Compuerta de Desvío**: Ubicada en el canal de desvío, permitirá o cortará el flujo de agua devuelta hacia el cauce.
- **Obra de Protección de Crecidas**: Se construirá un pretil de enrocado paralelo al cauce, en la ribera expuesta, para proteger las obras de toma y el inicio de la aducción. En los dos casos en que se contempla pretil (Los Cuervos y Huenchullamí 1), la obra de protección de crecidas será un vertedero de hormigón armado.
- **Aducción**: Los flujos desde la captación hasta la obra de recarga serán gravitacionales, de preferencia en canal. Sin embargo, en algunos trazados hay puntos altos intermedios que requieren conducir las aguas en tubería, generando tramos que irán en presión.
- **Aforador Parshall**: Dispositivo de control que se instalará al final de la aducción, para registrar los caudales afluentes a la obra de recarga. Estos dispositivos contarán con sensores de nivel habilitados para telemetría.
- **Decantador**: Dispositivo que permitirá eliminar los sedimentos que vengan en el agua que se utilizará para la recarga, antes de su ingreso a la piscina o zanja de infiltración. Esto para reducir la colmatación que va afectando a las obras a medida que son utilizadas con aguas naturales. Se ubicará luego del aforador y antes de la obra de recarga (zanja o piscina).
- **Obra de Recarga**: Podrá ser piscina de infiltración, que corresponderá a una superficie apretilada, parcialmente enterrada, que permitirá acumular las aguas captadas desde el cauce, para su infiltración hacia la napa. También podrá ser zanja, que corresponderá a una excavación con taludes estables y de longitud mucho mayor a su ancho, que permita infiltrar las aguas captadas desde el cauce.
- **Reglas limnimétricas**: Se contempla instalar dos reglas limnimétricas al interior de cada obra de recarga, de forma de controlar las alturas de agua y en función de sus variaciones en el tiempo, determinar cuándo la tasa de infiltración se ha reducido lo suficiente como para requerir labores de mantención.

- **Obra de captación**: Se construirá uno o más pozos de bombeo, dependiendo del caudal requerido para cada sector, de forma de extraer las aguas necesarias para el riego de acuerdo a las condiciones de diseño.
- **Riego predial**: Una vez captadas las aguas se conducirán vía tuberías, mangas o canales hasta las zonas de riego.

Adicionalmente, para controlar el efecto de la recarga en los niveles de la napa se considera la perforación de 5 **piezómetros** que estarán ubicados, dos aguas arriba y tres aguas abajo de las obras de recarga, de forma que permitan obtener información respecto al nivel natural de la napa y al avance del domo generado por las aguas infiltradas.

El tema de la calidad de las aguas superficiales respecto a la de las aguas subterráneas fue analizado previamente en este trabajo, determinándose que en general las aguas superficiales muestran una tendencia a ser básicas (pH>7,5), en tanto que las aguas subterráneas son levemente ácidas (pH<6,5). Ambas cumplen con los límites establecidos por la Norma de Riego (NCh1333, Of. 1978, Modificada en 1987, Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos), y sólo exceden en algunos casos de aguas subterráneas, los límites establecidos para pH y concentración de Hierro. De acuerdo a lo señalado, salvo que se produzca alguna contaminación exógena, no se requeriría monitorear la calidad de las aguas superficiales de recarga y subterráneas del acuífero receptor, más que con una frecuencia anual.

Conceptualmente, en forma previa a la operación de una obra de recarga, se debiera instalar flujómetros en los pozos del área de influencia de ella, de forma de tener registro de los caudales de extracción antes del inicio de la infiltración. Sin embargo, en este caso, a partir de la información obtenida de los catastros de captaciones de aguas subterráneas realizados en este trabajo, cuyo objetivo fue chequear la existencia o no de captaciones de APRs, pozos o norias de particulares, se determinó que no existen pozos cercanos a los sectores de proyectos (a menos de 2 km), por lo que no se requeriría implementar control de caudales de extracción.

En la medida que haya escurrimiento superficial durante los meses de invierno (Mayo a Septiembre) en los cauces que alimentarán las obras, se comenzará el llenado de las zanjas y piscinas, hasta que se alcance la carga de diseño. Luego se suspenderá el ingreso de caudales hasta que los niveles en las obras de recarga desciendan al menos un 30%, de forma de registrar los descensos en el tiempo y tener valores de la tasa real de infiltración en cada obra. Luego se vuelve a llenar la obra, y así sucesivamente. El 30% a que se hace referencia se definió de forma que se genere un rango de variación de nivel que permita realizar mediciones de tasa de infiltración, pero acotándolo, de forma que las obras se mantengan operando con carga suficiente para favorecer la infiltración y que el tiempo que se deba esperar para rellenarlas no sea tan extenso, pues en ese lapso, las aguas de invierno se estarán perdiendo, mientras fluyen hacia aguas abajo.

Estos ciclos se repetirán en la medida que se disponga de aguas superficiales para ser infiltradas. A través del control de la tasa de infiltración en las zanjas y piscinas, se determinará que se requiere mantención cuando la tasa medida se reduzca a un 60% de la original, siendo éste un valor definido de forma que las obras funcionen adecuadamente (tasa de infiltración sobre un cierto umbral), y a la vez que las mantenciones no sean tan frecuentes, como sucedería si no se diera dicho margen de variación en la tasa de infiltración.

El monitoreo de niveles en los piezómetros, que se realizará con una frecuencia diaria, permitirá generar información para determinar en forma práctica el efecto de la infiltración sobre la napa. Para materializar este monitoreo, se capacitará a los propietarios para que ellos mismos realicen las mediciones diarias de nivel en los piezómetros. También está la alternativa de instalar en los piezómetros sensores de nivel habilitados para telemetría, pero esta alternativa no se ha considerado en las estimaciones de los costos de cada proyecto que se presentan más adelante.

A continuación se presentan las memorias de cálculo correspondientes al diseño de las obras de cada uno de los proyectos.

9.2 Memorias de Cálculo de los Diseños de las Obras

A continuación se describen los criterios y se presentan las fórmulas utilizadas para el diseño de las obras que consideran los proyectos de recarga artificial y los resultados del dimensionamiento de ellas.

Las memorias de cálculo están materializadas en las planillas excel que se han entregado como parte del respaldo digital del proyecto, en ellas se puede revisar las fórmulas y las magnitudes de las variables utilizadas en los diseños.

9.2.1 Obra de Infiltración

Para el diseño de las obras de infiltración se consideró la demanda de riego en situación futura que sería necesario satisfacer. A partir de dicha demanda, se determinó el caudal a infiltrar considerando los siguientes supuestos:

- El período de riego es de 6 meses (Octubre a Marzo) y el período de recarga es de 5 meses (Mayo a Septiembre).
- La eficiencia del proceso de recarga es del 30%, es decir, el caudal que se puede extraer desde el acuífero, atribuible a la recarga, es un 30% del caudal infiltrado, tal como se expuso en el acápite 9.1.3.
- La recarga al acuífero se producirá en el período Mayo a Septiembre, anterior al período de extracciones para riego (Octubre a Marzo), por lo que los volúmenes necesarios para el riego ya estarán disponibles en el acuífero y se podrán extraer según sean las necesidades de los cultivos en cada sector.

De esta manera, el caudal de diseño para las obras de infiltración de cada proyecto, tanto zanjas como piscinas corresponde al caudal promedio de demanda para el período de riego, dividido por un 30%, para considerar la eficiencia del proceso.

$$Q_{Recarga}^{Diseño} = \frac{Q_{Demanda\ Riego}}{0{,}3}$$

Una vez definido el caudal de diseño de las obras, se calculó la superficie de infiltración requerida por cada una de ellas a partir de los coeficientes de permeabilidad (k) determinados mediante pruebas de infiltración.

$$A(m^2) = \frac{Q_{Recarga}^{Diseño}(m^3/s)}{k(m/s)}$$

La superficie de diseño de cada obra de recarga se obtuvo dividiendo el caudal de diseño por el coeficiente de permeabilidad del sector.

Para todas las **zanjas de infiltración**, a excepción de la correspondiente al sector Huenchullamí 1, se definió un ancho basal de 2,0 m, una altura de aguas de 1,5 m, una profundidad total de 3,0 m y taludes H:V=2:1. Para la zanja de infiltración correspondiente al sector Huenchullamí 1 se definió un ancho basal de 2,0 m, una altura de aguas de 1,0 m, una profundidad total de 1,5 m y taludes H:V=2:1. Esto porque en el sector Huenchullamí 1 el nivel freático es más superficial, tal como quedó en evidencia al excavar la calicata donde se registró un nivel estático de 0,46 m. Además, dado que se dispondrá de un pretil acumulador, con el objetivo de lograr una cierta regulación de los caudales que serán infiltrados, este proceso se realizará sólo cuando haya recursos disponibles y se tenga niveles freáticos más profundos. Los taludes señalados son estables de acuerdo a las características de los materiales y a lo observado en terreno, donde se pudo apreciar algunas zanjas para drenaje, en muy buen estado, con taludes casi verticales.

La demanda agrícola define el caudal a infiltrar, que se puede expresar en volumen diario. Esto junto a la tasa de infiltración del sector permite determinar la superficie requerida para infiltrar (zanja o piscina). En el caso de la piscina, se define una geometría que tenga la superficie requerida, en tanto, en el caso de las zanjas, de acuerdo a la geometría definida, tienen un área infiltrante por metro lineal de 8 m^2/m, por lo que la longitud requerida corresponde a la superficie dividida por dicha área por metro lineal, tal como se presenta en la siguiente relación:

$$Longitud_{zanja}\ [m] = \frac{Superficie\ Requerida\ [m^2]}{Área\ infiltrante\ por\ metro\ lineal\ \left[\frac{m^2}{m}\right]}$$

Con dichas dimensiones, y con la superficie de infiltración determinada anteriormente, se definió la longitud de cada zanja de infiltración, las que se

muestran en la Tabla 9.2-1 y cuya geometría es la que se mostró en la Figura 9.1.3-1.

Tabla 9.2-1
Parámetros de Diseño de Zanjas de Infiltración

Proyecto	Ancho Basal [m]	Altura Aguas [m]	Profundidad Zanja [m]	Talud H:V	Longitud Zanja [m]	Área Zanja [m2]	Volumen Total [m3]	Volumen Útil [m3]
Los Cuervos *	2,0	1,5	3,0	2:1	850	24,0	20.400	6.375
Huenchullamí 1	2,0	1,0	1,5	2:1	20	7,5	150	80
Huenchullamí 2	2,0	1,5	3,0	2:1	430	24,0	10.320	3.225
Huenchullamí 3	2,0	1,5	3,0	2:1	120	24,0	2.880	900
Reloca	2,0	1,5	3,0	2:1	700	24,0	16.800	5.250
Rahue	2,0	1,5	3,0	2:1	900	24,0	21.600	6.750
Pelluhue	2,0	1,5	3,0	2:1	200	24,0	4.800	1.500

(*): El proyecto Los Cuervos, debido a la baja permeabilidad del terreno, requeriría una longitud de zanja muy superior a la económicamente factible. No obstante, para efectos de evaluar el proyecto, se ha definido una longitud coherente con la superficie disponible del terreno y se han corregido los beneficios agrícolas esperados, ajustándolos a la menor superficie beneficiada.
Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a las **piscinas de infiltración**, para cada una de ellas se considera una excavación de 1,0 m y un terraplén circundante de 0,5 m de altura. La superficie requerida se calcula utilizando la siguiente relación:

$$Superficie\ Requerida\ [m2] = \frac{Volumen\ afluente\ diario\ [m^3/dia]}{Coeficiente\ de\ Permeabilidad\ k\ \left[\frac{m}{día}\right]}$$

En la Tabla 9.2-2 se muestran los parámetros de diseño de cada una de las piscinas consideradas. En la Figura 9.1.3-2 anterior se presentó el esquema en corte de una piscina de infiltración.

Tabla 9.2-2
Parámetros de Diseño de Piscinas de Infiltración

Proyecto	Superficie [m2]	Ancho [m]	Largo [m]	Profundidad [m]	Volumen Total [m3]	Volumen Útil [m3]	Longitud Terraplén [m]
El Valle *	5.000	50	100	1	5.000	3.000	300
Purapel	6.000	60	100	1	6.000	3.600	320
Chanco	1.500	30	50	1	1.500	900	160

(*): El proyecto El Valle, debido a la baja permeabilidad del terreno, requeriría una superficie de infiltración muy superior a la económicamente factible. No obstante, para efectos de evaluar el proyecto, se ha definido una superficie coherente con la superficie disponible del terreno y se han corregido los beneficios agrícolas esperados, ajustándolos a la menor superficie beneficiada.
Fuente: Elaboración propia.

Como medida de protección para evitar accidentes de personas o animales que circulen en la vecindad de la obra, se contempla disponer en cada obra de infiltración (piscina o zanja) un cerco perimetral formado por polines y tres líneas de alambre de púas.

9.2.2 Obras de Decantación

Antes de entregar el agua de recarga a la obra de infiltración, se contempla hacerla pasar por un decantador o sedimentador, que permita reducir la cantidad de material en suspensión que ingrese al área de infiltración, para retardar el proceso de colmatación que se va produciendo en el fondo de las piscinas o zanjas.

Los criterios generales utilizados para el diseño preliminar de los decantadores son los siguientes:

- Se contempla un tiempo de retención de al menos dos horas, para los caudales afluentes a la obra, lo que determina el volumen mínimo requerido.
- De acuerdo a lo recomendado en la bibliografía técnica, la relación entre las dimensiones largo y ancho debiera estar entre 3 y 6.
- Y la relación entre largo y profundidad, debiera estar entre 5 y 20.

En la Tabla 9.2-3 se presenta el dimensionamiento y verificación para los decantadores de los perfiles de proyecto.

Tabla 9.2-3
Dimensionamiento y Verificación de Decantadores

Perfil de Proyecto	Q diseño	Volumen Mínimo t=2 hr	Profundidad Útil	Ancho (B)	Largo (L)	L/B	L/H	Volumen Efectivo
	(l/s)	(m3)	(m)	(m)	(m)			(m3)
Los Cuervos 1	30	216	2	13	39	3,0	19,5	342
Los Cuervos 2	25	180	2	13	39	3,0	19,5	342
Huenchullamí 3	36	259	2	13	39	3,0	19,5	342
Huenchullamí 2	29	209	2	13	39	3,0	19,5	342
Huenchullamí 1	9	65	1	8	24	3,0	24,0	84
El Valle	105	756	2	15	45	3,0	22,5	550
Reloca	11	79	2	13	39	3,0	19,5	342
Purapel	102	734	2	16	48	3,0	24,0	672
Chanco	6	43	2	13	39	3,0	19,5	342
Rahue	7	50	2	13	39	3,0	19,5	342
Pelluhue	9	65	2	13	39	3,0	19,5	342

Fuente: Elaboración propia.

9.2.3 Obra de Conducción

Para conducir el agua, desde la captación en los cauces hasta las obras de infiltración, se consideraron dos tipos de obra, Canales de Aducción y Tuberías de Aducción. Las tuberías se utilizarán cuando la topografía es tal que se producen puntos altos en el trazado, pero aunque el flujo en algunos tramos será en presión, el flujo será gravitacional.

Para aquellos sectores en que la topografía (puntos altos) no permitió captar y conducir en canal, se definió utilizar tubería. Para efectos de diseño se ha considerado tuberías de HDPE. Ya que entre sus ventajas tiene menor costo que otras como acero y además es más liviana y fácil de instalar.

A partir de la cota de entrega de la tubería, que corresponde a la entrada al decantador, se trazó el eje de la tubería hasta el punto de captación. Para definir el diámetro de la tubería, se calcularon las pérdidas de carga en la conducción mediante la fórmula de Hazen Williams, y se ajustó el diámetro verificando que la diferencia de cotas entre captación y entrega superara dichas pérdidas. Los parámetros de diseño de las tuberías de aducción se muestran en la Tabla 9.2-4.

Dado que el alcance del proyecto es solo a nivel de perfil, se realizó el dimensionamiento preliminar considerando una situación simplificada pero desfavorable, que permitió determinar de manera rápida y simple si el dimensionamiento de la tubería proyectada permitirá el flujo de los caudales de diseño. La condición señalada corresponde a considerar que todo el tramo de las tuberías de aducción se encuentran en presión. En la realidad sólo parte del tramo presentaría tal condición (en presión) y en consecuencia las restricciones serían menores a las supuestas para la evaluación, por lo que si se verifica el flujo para la condición simplificada, no debiesen presentarse problemas para la condición real. La descripción de los cálculos efectuados se presenta a continuación:

A partir de la cota de entrega de la tubería, que corresponde a la entrada al decantador, se trazó el eje de la tubería hasta el punto de captación. Para definir el diámetro de la tubería, se calcularon las pérdidas de carga en la conducción mediante la fórmula de Hazen Williams, y se ajustó el diámetro verificando que la diferencia de cotas entre captación y entrega superara dichas pérdidas.

$$\Delta Cota = C_{inicial} - C_{punto} > \Lambda_{totalacumulada}$$

La relación de Hazen y Williams se describe a continuación, además se considera un coeficiente de pérdida igual a 150 debido a que el material es HDPE.

$$H\left[\frac{m}{m}\right](Pérdidas\ en\ m\ por\ metro\ lineal) = 10{,}674 * \frac{Q\left[\frac{m^3}{s}\right]^{1{,}852}}{C^{1{,}852} * D[m]^{4{,}871}}$$

Donde:

H: Perdida friccional unitaria [L/L]
Q: Caudal de escurrimiento [L^3/T]
C: Coeficiente de Hazen - Williams
D: Diámetro de la tubería [L]

Luego, las pérdidas de carga obtenidas en las tuberías de aducción se calculan utilizando las siguientes consideraciones:

$$\Lambda_f = H * L$$

$$\Lambda_s = 5\% * \Lambda_f$$

$$\Lambda_{total} = \Lambda_f + \Lambda_s$$

Donde:

Λ_f: Perdida friccional [L]
H: Perdida friccional unitaria [L/L]
L: Longitud de la tubería [L]
Λ_s: Perdida singular [L]
Λ_{total}: Pérdida de carga total [L]

Finalmente, los parámetros de diseño considerados para las tuberías de aducción se presentan en la Tabla 9.2-4.

Tabla 9.2-4
Parámetros de Diseño de Tuberías de Aducción

Proyecto	Caudal de Diseño [l/s]	Diámetro Nominal [mm]	Espesor [mm]	Velocidad [m/s]	Presión máxima [mca]	Longitud [m]
Huenchullamí 2	29	400	9,8	0,26	4,4	1.258
Huenchullamí 3	36	400	9,8	0,32	1,9	2.613
Rahue(*)	13	400	15,3	0,12	44,7	4.595
Chanco(*)	13	400	15,3	0,12	43,7	3.957
Pelluhue	9	400	9,8	0,08	23,9	1.466

(*) Los proyectos de Chanco y Rahue poseen una misma captación, y comparten la tubería de aducción por los primeros 3.100 m. Se contempla utilizar tubería Tipo PN6, cuyo espesor es de 15,3 mm. En el resto de los proyectos se proyectó tubería HDPE PN 4, de espesor 9,8 mm.
Fuente: Elaboración propia.

En los sectores en que la topografía permite conducir el agua gravitacionalmente hasta la obra de recarga, la conducción se diseñó mediante un canal trapecial, excavado en terreno natural, de talud H:V=1:2, con un ancho basal de 0,3 m. El

cálculo para la verificación de estas dimensiones se ha realizado utilizando la relación de Manning, la cual se presenta a continuación:

$$\frac{Q * n}{\sqrt{i}} = A * \left(\frac{A}{P}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

Q: Caudal [L^3/T]
n: Coeficiente de rugosidad de Manning, asociado al material del canal. (adimensional).
i: Pendiente del canal [o/1]
A: Área de escurrimiento [L^2]
P: Perímetro mojado del escurrimiento [L]

Particularmente para una sección trapecial, el área mojada y el perímetro mojado se obtienen según las siguientes fórmulas:

$$A = b * h + \frac{2\left(h * \frac{h}{2}\right)}{2}$$

$$P = b + \frac{2h}{\text{coseno}\,(\text{atan}(0{,}5))}$$

Donde:

b: Ancho basal del canal [L]
h: Altura de escurrimiento [L]

Adicionalmente para el cálculo se considera un coeficiente de rugosidad igual a 0,035 pues los canales no contemplan revestimiento. Se ha considerado una revancha para cada canal igual a 0,15 m. En la Tabla 9.2-5 se presentan los valores del dimensionamiento preliminar, con las alturas de escurrimiento determinadas mediante la fórmula de Manning (alturas normales).

Tabla 9.2-5
Dimensionamiento y Alturas de Escurrimiento en Canales de Aducción

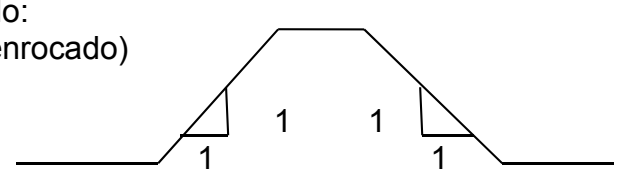
Proyecto	Canal						Área	Perímetro Mojado	Altura normal	Velocidad	Longitud
	Q diseño	Ancho base	profundidad	Talud	n	Pendiente					
	(l/s)	(m)	(m)	(H.V)		(m/m)	(m^2)	(m)	(m)	(m/s)	(m)
Los Cuervos	55	0,3	0,8	1:2	0,035	0,00029	0,32	1,5	0,55	0,17	998
Huenchullamí 1	9	0,3	0,6	1:2	0,035	0,00030	0,08	0,7	0,20	0,11	1.398
El Valle	105	0,3	0,6	1:2	0,035	0,00200	0,25	1.4	0,47	0,42	999
Reloca	11	0,3	0,6	1:2	0,035	0,00030	0,09	0,8	0,23	0,12	821
Purapel	102	0,3	0,6	1:2	0,035	0,00200	0,25	1,3	0,46	0,41	1.270

Fuente: Elaboración propia.

9.2.4 Obras de Encauzamiento y Protección

Se definieron obras de encauzamiento consistentes en pretiles de enrocado que interrumpen total o parcialmente los escurrimientos de los cauces con el fin de conducir el escurrimiento hacia la bocatoma de las obras de conducción de cada proyecto.

Esquema Pretil de Enrocado:
Taludes 1:1 (estable para enrocado)
h=1,5 m
Detalles en Tabla 9.2-6



Los parámetros de los enrocados se muestran en la Tabla 9.2-6.

Tabla 9.2-6
Parámetros de Diseño de Enrocados de Encauzamiento o Pretiles

Proyecto	Ancho Basal [m]	Altura [m]	Talud H:V	Longitud [m]
Los Cuervos	6,0	1,5	1:1	32,5
Huenchullamí 1	6,0	1,5	1:1	42,5
Huenchullamí 2	4,0	1,5	1:1	15,0
Huenchullamí 3	4,0	1,5	1:1	20,0
Chanco y Rahue	4,0	1,5	1:1	10,0
Pelluhue	4,0	1,5	1:1	10,0
Reloca	4,0	1,5	1:1	20,0
Purapel	4,0	1,5	1:1	10,0
El Valle	4,0	1,5	1:1	5,0

Fuente: Elaboración propia.

Para protección de las obras de bocatoma, en los ocho proyectos que no incluyen pretil (los que incluyen pretil son Huenchullamí 1 y Los Cuervos), se consideraron enrocados de protección de talud H:V=1:1, que asegura estabilidad y longitud de 10

m aguas arriba de la bocatoma y 20 m aguas abajo de la misma. Las características de los enrocados de protección se presentan en la Tabla 9.2-7.

Tabla 9.2-7
Parámetros de Diseño de Enrocados de Protección

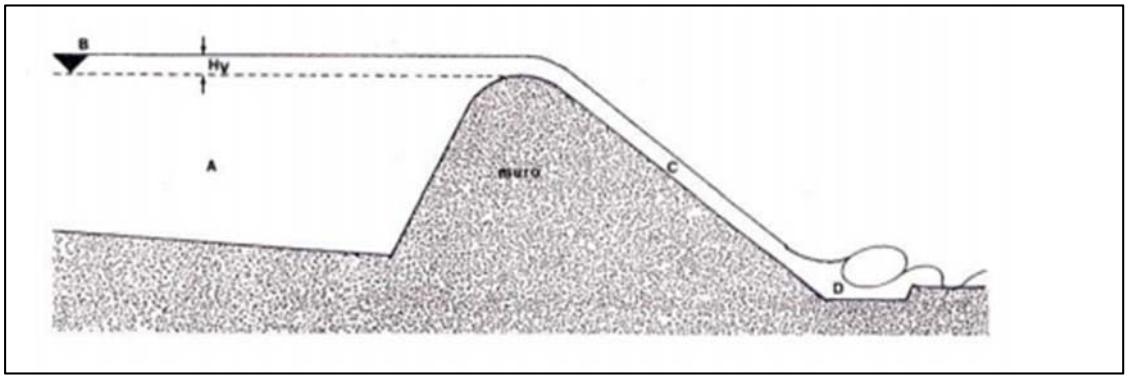
Proyecto	Ancho Basal [m]	Altura[m]	Talud H:V	Longitud Total [m]
Huenchullamí 2	3,0	1,0	1:1	30,0
Huenchullamí 3	4,0	1,5	1:1	30,0
Chanco y Rahue	3,0	1,0	1:1	30,0
Pelluhue	4,0	1,5	1:1	30,0
Reloca	3,0	1,0	1:1	30,0
Purapel	4,0	1,5	1:1	30,0
El Valle	3,0	1,0	1:1	30,0

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, en los proyectos que incluyen pretil, se han considerado vertederos evacuadores de crecidas, de hormigón armado, como obras de protección. Los caudales de referencia que se han utilizado para efectos del dimensionamiento preliminar de los vertederos corresponden a los valores máximos determinados del análisis de frecuencia para la condición hidrológica de 10% de probabilidad de excedencia (período de retorno 10 años), que corresponden a 3,3 m^3/s para el proyecto Los Cuervos y 52,6 m^3/s para el Proyecto Huenchullamí 1, respectivamente. Para el diseño a nivel de prefactibilidad, factibilidad o posteriormente diseño definitivo, en el caso que los proyectos no sean descartados previamente, se deberán realizar los análisis de frecuencia y dimensionar las obras con los caudales asociados a periodos de retorno de 50 años (F. F. Snyder, 1964), considerando que se trata de pequeñas obras de riego, que no tienen sectores poblados aguas abajo. Sin embargo, en este caso por tratarse de nivel de perfil, se ha estimado suficiente utilizar los caudales señalados, para efectos de evaluación preliminar de los proyectos.

Para el dimensionamiento preliminar de la obra de evacuación, se ha considerado utilizar un muro vertedero de umbral horizontal y pared gruesa, tal como el que se presenta en la Figura 9.2.4-1.

Figura 9.2.4-1
Vertedero Evacuador de Crecidas



Donde:

A: Embalse.
B: Umbral del Vertedero.
C: Rápido de descarga.
D: Disipador de energía y
Hv: Carga hidráulica sobre el vertedero.

La relación que permite determinar el caudal que escurre sobre el vertedero es la siguiente:

$$Q_{vertedero} = \mathrm{m} \cdot b_v \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_v^{3/2}}$$

Donde:

$Q_{vertedero}$: Caudal que es capaz de evacuar el vertedero (m^3/s).
m: Coeficiente de descarga, adimensional. Para el caso de vertedero grueso sin aristas, se utiliza m=0,36.
B_v: Ancho del vertedero (m).
g: Aceleración de gravedad, es igual a 9,8 (m/s^2).
H_v: Carga hidráulica sobre el vertedero (m).

Al aplicar la relación señalada para definir el dimensionamiento de los vertederos, se obtienen los resultados que se presentan en la Tabla 9.2-8.

Tabla 9.2-8
Parámetros de Diseño Preliminar de Vertederos

Proyecto	Q diseño preliminar *	m	bv	Hv	Q vertedero
	(m3/s)		(m)	(m)	(m3/s)
Los Cuervos	3,3	0,36	5,9	0,5	3,3
Huenchullamí 1	52,6	0,36	13,7	1,8	52,6

(*): La estimación preliminar, se realizó considerando los caudales de escurrimiento que ya habían sido calculados, para T=10 años.
Fuente: Elaboración propia.

Se observa de la tabla anterior, que en el caso del proyecto Los Cuervos, con un ancho de vertedero de 5,9 m y una carga hidráulica de 0,5 m, se logrará evacuar los 3,3 m^3/s definidos como caudal de diseño preliminar. Para el caso del proyecto Huenchullamí 1, se requeriría un vertedero de 13,7 m de ancho, el que con una carga de 1,8 m evacuaría los 52,6 m^3/s correspondientes al caudal de diseño preliminar definido.

9.2.5 Obras de Monitoreo

El objetivo es monitorear los caudales entrantes a las obras de recarga, los niveles de agua en las obras de recarga y los niveles de napa en el entorno de las obras, de forma de poder evaluar el real efecto de los proyectos sobre los acuíferos.

Las obras de monitoreo que se consideraron para cada proyecto incluyen lo siguiente:

- Aforadores Parshall, con sensores de nivel habilitados para telemetría. porque es la opción más simple y económica para controlar caudales en canales. Se ubican en las aducciones, antes de ingresar a los decantadores.
- Regletas, para la medición de nivel de aguas en las obras de recarga. Se ubican al interior de las zanjas o piscinas, según sea el caso.
- Piezómetros, considerando 5 en total por proyecto, dos aguas arriba del sector de recarga y 3 aguas abajo de éste. La profundidad de cada piezómetro depende del nivel estático en el sector. Se han considerado profundidades de 10, 15 y 25 m. De acuerdo a los antecedentes de la caracterización hidrogeológica desarrollada previamente en este estudio, los niveles freáticos varían entre 0,3 y 20,0 m.

En la Tabla 9.2-9 se presentan las obras de monitoreo consideradas.

Tabla 9.2-9
Obras de Monitoreo Consideradas

Proyecto	Canaletas Parshall	Regletas	Piezómetros	Profundidad de Piezómetros [m]
Los Cuervos *	2	4	5	25
Huenchullamí 1	1	4	5	10
Huenchullamí 2	1	4	5	10
Huenchullamí 3	1	4	5	10
Chanco	1	4	5	15
Rahue	1	4	5	15
Pelluhue	1	4	5	25
Reloca	1	4	5	10
Purapel	1	4	5	10
El Valle	1	4	5	10
TOTAL	11	40	50	

(*): En el proyecto Los Cuervos hay 2 Parshall porque se contemplan obras de recarga en dos sectores separados del área.
Fuente: Elaboración propia.

9.3 Planos Generales

Se adjuntan a este informe los planos generales de las obras proyectadas. Estos corresponden a 8 láminas, dado que hay dos láminas que contienen dos proyectos, donde se han presentado las disposiciones generales que tendrían las obras y algunos detalles de obras específicas para cada proyecto.

En la Tabla 9.3-1 siguiente se presenta un resumen de la información presentada en cada lámina.

Tabla 9.3-1
Resumen de Información Presentada en los Planos

Lámina Nº	Título	Principales Contenidos
1	Plano General Obras de Recarga de Acuífero, Sector Los Cuervos	Planta con disposición general de las obras, detalle canal de aducción, compuerta, aforador Parshall, zanja de infiltración y decantador.
2	Plano General Obras de Recarga de Acuífero, Sectores Huenchullamí 3 y 2	Planta con disposición general de las obras, detalle tubería de aducción, aforador Parshall, zanja de infiltración y decantador.
3	Plano General Obras de Recarga de Acuífero, Sector Huenchullamí 1	Planta con disposición general de las obras, detalle canal de aducción, compuerta, aforador Parshall, zanja de infiltración y decantador.
4	Plano General Obras de Recarga de Acuífero, Sector El Valle	Planta con disposición general de las obras, detalle canal de aducción, compuerta, aforador Parshall y decantador.
5	Plano General Obras de Recarga de Acuífero, Sector Reloca	Planta con disposición general de las obras, detalle canal de aducción, compuerta, aforador Parshall, zanja de infiltración y decantador.
6	Plano General Obras de Recarga de Acuífero, Sector Purapel	Planta con disposición general de las obras, detalle canal de aducción, compuerta, aforador Parshall y decantador.
7	Plano General Obras de Recarga de Acuífero, Sectores Chanco y Rahue	Planta con disposición general de las obras, detalle tubería de aducción, aforador Parshall, zanja de infiltración y decantador.
8	Plano General Obras de Recarga de Acuífero, Sector Pelluhue	Planta con disposición general de las obras, detalle canal de aducción, compuerta, aforador Parshall, zanja de infiltración y decantador.

Fuente: Elaboración propia.

9.4 Cubicaciones

Las cubicaciones asociadas a las obras de cada proyecto se han presentado en el Capítulo 5, Análisis de Costos, para no repetir los cuadros con las partidas de las obras en éste y en el citado capítulo.

Las cubicaciones consideran todas las obras proyectadas, incluidas las aducciones, que en algunos casos son en canal y en otros en tubería. No se consideran equipos para elevación mecánica. La telemetría considerada es completa.

10 EVALUACIÓN LEGAL

En este capítulo se analiza el uso del agua destinado a operaciones de recarga artificial, en todos sus aspectos legales, poniendo énfasis en los derechos de aguas y en la distribución y utilización de los caudales asociados a las obras de recarga. El objetivo de este análisis es tener claridad respecto del marco legal que regula la construcción y operación de estos sistemas.

El análisis legal ha considerado dos escenarios; si la recarga artificial se realiza a iniciativa privada, o si se realiza a iniciativa pública. Esto se discutió dentro de los grupos de trabajo del Focus Group, presentándose las conclusiones correspondientes a este tema particular en el acápite A.3 del capítulo 10.2.

Se ha analizado también el mecanismo jurídico que debe operar para que estas obras funcionen adecuadamente, esto apunta a la necesidad de que exista una comunidad de usuarios del acuífero.

Finalmente, de acuerdo a lo programado, se realizó un Focus Group respecto a la Recarga Artificial de Acuíferos, dentro del cual el tema legal fue uno de los más importantes, por lo que se ha incluido, al final de este capítulo, los principales antecedentes y conclusiones del Focus Group.

A continuación se presenta la Evaluación Legal realizada.

10.1 Aspectos Legales Asociados a la Recarga Artificial de Acuíferos

10.1.1 Disposiciones legales aplicables

En lo sustancial el desarrollo del presente capítulo se orienta, en primer lugar, a identificar las disposiciones legales relacionados directamente con la recarga artificial de acuíferos y, posteriormente, realizar un análisis respecto de su materialización.

Las disposiciones consideradas son el Código de Aguas (DFL 1.122 de 1981), la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley 19.300 de 1994) y la Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas (DS 46 de 2002), incluyendo cada uno de sus reglamentos asociados.

Adicionalmente, se ha considerado el nuevo Reglamento sobre Normas de Exploración y Explotación de Aguas Subterráneas, incluido en el DS Nº203 de 2013.

10.1.1.1 Código de Aguas (DFL 1.22 de 1981)

a. Derecho de aprovechamiento basado en la recarga artificial.

El Código de Aguas[4] regula el uso del recurso hídrico en fuentes naturales a partir de la constitución de derechos de aprovechamiento, que se otorgan a través de un procedimiento regulado y publicitado sobre la base de la existencia del recurso y bajo el principio de no afectar derechos de terceros[5]. También establece que el otorgamiento del derecho de aprovechamiento debe considerar la relación existente entre las aguas superficiales y las subterráneas.

Los elementos mencionados implican que en el proceso de constitución del derecho de aprovechamiento es necesario considerar aspectos tales como:

- la existencia física del recurso.
- la tasa de renovación o disponibilidad del recurso compatible con la cantidad de agua a extraer, particularmente en el caso de aguas subterráneas, referida a la tasa de recarga natural o infiltración.
- la función de aporte a cauces superficiales que cumple el acuífero, así como la alimentación de vertientes y de humedales.

Por ello, atendido además el hecho de que el derecho de aprovechamiento es de carácter perpetuo, su asignación requiere asegurar que el agua asociada se encuentra disponible, hecho que motiva la existencia de derechos de ejercicio permanente, o bien de ejercicio eventual.

La modificación legal del año 2005 incorpora la posibilidad de utilizar la capacidad natural de los acuíferos como elemento de almacenamiento o acopio de aguas, para establecer derechos de aprovechamiento sobre aguas infiltradas artificialmente.

Para estos efectos, el Código de Aguas reconoce la posibilidad de que cualquiera pueda utilizar esta capacidad de regulación natural de un acuífero para almacenar aguas, recargándolo a través de un mecanismo artificial[6].

---

[4] Decreto con Fuerza de Ley N° 1122. Publicado el 29-10-1981, promulgado el 13-08-1981, y sus modificaciones a través de la Ley N° 20.017, publicada el 16-06-2005, promulgada el 11-05-2005; y Ley N° 20.099, Publicada el 15-05-2006, promulgada el 03-04-2006.

[5] Art. 22. La autoridad constituirá el derecho de aprovechamiento sobre aguas existentes en fuentes naturales y en obras estatales de desarrollo del recurso, no pudiendo perjudicar ni menoscabar derechos de terceros, y considerando la relación existente entre aguas superficiales y subterráneas, en conformidad a lo establecido en el artículo 3º

[6] Art.66. La Dirección General de Aguas podrá otorgar provisionalmente derechos de aprovechamiento en aquellas zonas que haya declarado de restricción. En dichas zonas, la citada Dirección limitará prudencialmente los nuevos derechos pudiendo incluso dejarlos sin efecto en caso de constatar perjuicios a los derechos ya constituidos. Sin perjuicio de lo establecido en el inciso primero del artículo 67, y no siendo necesario que anteriormente se haya declarado área de restricción, previa autorización de la Dirección General de Aguas, cualquier persona podrá ejecutar obras para la recarga artificial de acuíferos, teniendo por ello la preferencia

De lo anterior se puede señalar, para los efectos del presente análisis, que la recarga artificial es aquel volumen de agua infiltrado a un acuífero en forma adicional a los mecanismos o procesos naturales, y materializado a través de obras específicas destinadas a este fin.

Cabe señalar que el proceso de recarga artificial es esencialmente dependiente de la capacidad de infiltración del medio subterráneo y de las obras destinadas para ello, capacidad que dependerá del estado de tales obras, o sea del mantenimiento que el titular realice para que estén operativas. También dependerá de la naturaleza de las aguas destinadas para estos efectos, en términos de su constancia o variabilidad en el tiempo, es decir, de la frecuencia en la que exista el recurso factible de infiltrar.

Por esta razón, el derecho a usar las aguas almacenadas[7] no tiene un carácter perpetuo en el tiempo conforme a nuestra legislación, sino que se le asigna la calidad de derecho de aprovechamiento provisional, y que está supeditado a que la recarga se mantenga o potencialmente exista la factibilidad de que se produzca, si las condiciones naturales para que ello ocurra se presentan.

Por lo anterior, la ley establece en forma explícita y expresa que los derechos otorgados con cargo a la recarga artificial siempre mantienen su calidad de provisionales mientras persista aquélla.

Por otra parte, el Código de Aguas en los acuíferos o sectores acuíferos declarados de prohibición[8], no admite la posibilidad de nuevas explotaciones sin hacer distinción de qué tipo de explotación se trate; tampoco se hace distinción o excepción para el caso de recarga artificial. Por definición un área de prohibición no permite otorgar nuevos derechos.

---

para que se le constituya un derecho de aprovechamiento provisional sobre las aguas subterráneas derivadas de tales obras y mientras ellas se mantengan.

[7] Art.67. Los derechos de aprovechamiento otorgados de acuerdo al artículo anterior, se podrán transformar en definitivos una vez transcurridos cinco años de ejercicio efectivo en los términos concedidos, y siempre que los titulares de derechos ya constituidos no demuestren haber sufrido daños. Lo anterior no será aplicable en el caso del inciso segundo del artículo Art. 66, situación en la cual subsistirán los derechos provisionales mientras persista la recarga artificial. La Dirección General de Aguas declarará la calidad de derechos definitivos a petición de los interesados y previa comprobación del cumplimiento de las condiciones establecidas en el inciso precedente.

[8] Art. 63. La Dirección General de Aguas podrá declarar zonas de prohibición para nuevas explotaciones, mediante resolución fundada en la protección del acuífero, la cual se publicará en el Diario Oficial.
La declaración de una zona de prohibición dará origen a una comunidad de aguas formada por todos los usuarios de aguas subterráneas comprendidos en ella.
Las zonas que correspondan a acuíferos que alimenten vegas y los llamados bofedales de las regiones de Tarapacá y de Antofagasta se entenderán prohibidas para mayores extracciones que las autorizadas, así como para nuevas explotaciones, sin necesidad de declaración expresa. La Dirección General de Aguas deberá previamente identificar y delimitar dichas zonas.
Sin perjuicio de lo dispuesto en el inciso anterior, la Dirección General de Aguas podrá alzar la prohibición de explotar, de acuerdo con el procedimiento indicado en el artículo siguiente.

Por el contrario, hay una distinción expresa cuando se aborda el tema de área de restricción, donde se establece la facultad de otorgar derechos provisionales a partir de recarga, estableciéndose además que no es necesario que se haya declarado área de restricción previamente para otorgar derechos provisionales.

Tal es así que para este caso de zona de prohibición la recarga artificial es un factor que potencialmente puede recuperar el estado del acuífero; en efecto, una de las causales para alzamiento de zona de prohibición la constituye la propia recarga artificial[9]; en el sentido de que ésta provea los recursos necesarios para modificar las condiciones que motivaron la declaración de zona de prohibición.

De lo anterior se desprende que la recarga podrá modificar la condición de limitación (zona prohibición) pero no admite bajo ésta “nuevas explotaciones”.

Sin embargo, no existe impedimento para que un particular busque la forma de mejorar la situación de derechos existentes que tiene dentro de un sector acuífero declarado zona de prohibición.

En este caso, la recarga tiene como destino exclusivo permitir el mejoramiento del rendimiento del acuífero, gracias a este volumen adicional de recarga por sobre la recarga natural de ese acuífero.

El proyecto de recarga se desarrolla para permitir que captaciones subterráneas, correspondientes a derechos existentes, puedan extraer un volumen adicional al que se haya establecido como regla general dentro de la zona de prohibición, por cuanto es agua "nueva", que no corresponde que quede sujeta a la distribución o limitaciones que aplican en esta zona.

El proyecto debe explicitar los detalles y, la Resolución de la DGA, deberá identificar los pozos en que se autoriza la extracción del volumen adicional, incorporando todas las cláusulas que permitan asegurar que el agua usada es de recarga y no otra. Además dicha Resolución de la DGA, de acuerdo con el art. 66 ya citado, debería dejar expresada la preferencia de que si se alza la prohibición, se otorga el derecho provisional correspondiente.

Para los efectos de la distribución de las aguas, esta situación es asimilable a la de derechos de agua que existen en ciertos ríos donde hay derechos sobre aguas del mismo río y sobre aguas de un embalse localizado aguas arriba sobre el mismo rio, pero que operan distinto (por ejemplo: Cogotí, Maule, Laja).

En síntesis, en una zona de prohibición en que se materialice un proyecto de recarga artificial, las obras tendrían como objetivo complementar derechos existentes del

[9] Art. 64. La autoridad deberá dictar una nueva resolución sobre la mantención o alzamiento de la prohibición de explotar, a petición justificada de parte, si así lo aconsejan los resultados de nuevas investigaciones respecto de las características del acuífero o la recarga artificial del mismo.

titular. A su vez, en caso que se alce la zona de prohibición, se podría constituir derechos provisionales con cargo a la recarga artificial que se genera.

Es necesario hacer presente que, en general, en condiciones de limitación de explotación, los proyectos de recarga artificial, que por su naturaleza generan externalidades positivas, resultan aconsejables como proyectos de beneficio colectivo y por lo tanto asumidos por el Estado, comunidades organizadas, o ambos; lo que puede facilitar disponer capacidad técnica, capacidad de financiamiento y, de operación y mantenimiento.

Cabe agregar que las disposiciones del Código de Aguas que abordan expresamente el tema de la recarga artificial no imponen ninguna limitación explícita respecto a las aguas que se pueden emplear para recargar un determinado acuífero.

Las normas de exploración y explotación de aguas subterráneas vigentes que reglamentan la materia (DS Nº 203 de 2013), no establecen limitaciones a priori al respecto, pero requieren del interesado la entrega de antecedentes a través de una memoria técnica[10].

La memoria técnica aludida se orienta a caracterizar:

- las obras de recarga
- el medio receptor en términos hidrogeológicos (cantidad y calidad)
- evaluación de posibles impactos

[10] Art. 48 Reglamento sobre normas de exploración y explotación de Aguas Subterráneas. Para los efectos de lo dispuesto en los artículos 66 inciso segundo y 67 inciso primero parte final, ambos del Código de Aguas, quienes deseen ejecutar obras de recarga artificial de acuíferos, deberán entregar una memoria técnica que contenga, a lo menos, lo siguiente:

a) Descripción del proyecto de recarga artificial.
   i. Tipo y disposición de obras.
   ii. Plan de operación y mantención.
   iii. Modelación del efecto de la recarga sobre la cantidad de las aguas del Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común.
b) Descripción y características geológicas e hidrogeológicas del sector de la recarga, que contemple a lo menos:
   i. Características de la zona no saturada
   ii. Permeabilidad, almacenamiento y geometría del sector influenciado directamente por la recarga.
   iii. Información de registros conocidos sobre el nivel del acuífero del sector.
   iv. Caracterización de la calidad de las aguas del sector de la recarga.
c) Una caracterización de la calidad de las aguas que se infiltrarán artificialmente. Además, la Dirección General de Aguas podrá requerir al solicitante la elaboración de análisis fisicoquímicos o bacteriológicos adicionales del agua que se infiltraría, cuando las características del proyecto de infiltración artificial así lo ameriten.
d) Plan de monitoreo, que contemple al menos:
   i. Monitoreo de la zona aledaña al emplazamiento de la obra de infiltración, con el objeto de observar el comportamiento de las aguas infiltradas, ya sea mediante la medición de niveles o no, a fin de evitar riesgos de inundaciones o afecciones a terceros.
   ii. Monitoreo de la calidad de las aguas en el sector influenciado directamente por la recarga.
   iii. Monitoreo del caudal y volumen de recarga.
e) Plan de acción frente a la eventual contaminación del sector influenciado directamente por la recarga.

- seguimiento y control, a través del monitoreo de variables de estado y de acciones preventivas, correctivas previsibles y de contingencia.

En conclusión, la facultad que otorga la ley de aprovechar la capacidad de almacenamiento de un acuífero corresponde a un caso especial que requiere de un análisis más detallado y cuidadoso, no sólo desde el punto de vista técnico sino también desde el punto de vista jurídico.

Por lo anterior, para el caso de proyectos de recarga artificial, es necesario recurrir a las definiciones esenciales que establece el Código de Aguas; debido a que las circunstancias que hacen que un proyecto de recarga artificial resulte atractivo no son las mismas que de un derecho de aprovechamiento subterráneo convencional.

A partir de la definición fundamental del Código de Aguas, que establece que las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovecharlas[11] de acuerdo a las disposiciones del Código en comento, se colige que cualquier aprovechamiento sobre aguas terrestres requiere que exista un derecho otorgado, habida consideración de las excepciones que la ley contempla.

El derecho de aprovechamiento que define la ley es un derecho real que permite el uso, goce y su disposición[12]; lo que faculta al propietario a su utilización según lo estime conveniente, naturalmente dentro del marco legal vigente. Esto, faculta a un particular el uso de aguas bajo su dominio en forma directa, desde la fuente, o después de haber sido aprovechadas en otra actividad para reutilizarlas, por ejemplo almacenándolas en un acuífero.

Lo anterior, está particularmente referido a derechos de carácter consuntivo, donde la facultad de utilización o dominio permanece en el titular hasta que las aguas retornen a un cauce donde se confunden con las de éste.

El articulado del Código de Aguas identifica algunas situaciones particulares en las cuales se establecen condiciones de carácter especial. En efecto, en los artículos 10 y 11 del Código de Aguas[13], se faculta el aprovechamiento, y almacenamiento,

[11] Art. 5. Las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas, en conformidad a las disposiciones del presente Código.

[12] Art. 6. El derecho de aprovechamiento es un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas, con los requisitos y en conformidad a las reglas que prescribe este Código.
El derecho de aprovechamiento sobre las aguas es de dominio de su titular, quien podrá usar, gozar y disponer de él en conformidad a la ley.

[13] Art. 10. El uso de las aguas pluviales que caen o se recogen en un predio de propiedad particular corresponde al dueño de éste, mientras corran dentro de su predio o no caigan a cauces naturales de uso público. En consecuencia, el dueño puede almacenarlas dentro del predio por medios adecuados, siempre que no se perjudique derechos de terceros.

Art. 11. El dueño de un predio puede servirse, de acuerdo con las leyes y ordenanzas respectivas, de las aguas lluvias que corren por un camino público y torcer su curso para utilizarlas. Ninguna prescripción puede privarle de este uso.

de aguas pluviales que corren dentro de una propiedad y no alcanzan naturalmente un cauce, y también de aguas lluvias que corren por un camino público.

En síntesis para un proyecto de recarga artificial se deben dar las siguientes premisas:

- El aprovechamiento de las aguas recargadas debe ser a través de un derecho de aprovechamiento en la fuente donde se infiltran las aguas.
- Las aguas utilizadas para la recarga deben también tener un derecho de aprovechamiento constituido, por ejemplo:
  - Derecho otorgado sobre una fuente natural, localizada en un cauce sobre el mismo acuífero o en otro distinto.
  - Aguas aprovechadas por un tercero y aun bajo su dominio.
  - Aguas pluviales que nacen, corren y mueren dentro de una propiedad.

b. El ejercicio del derecho de aprovechamiento

El derecho de aprovechamiento tiene asociado los medios necesarios para poder ejercerlo[14], estando facultado el titular a construir las obras[15] para ello.

Del mismo modo la existencia de un derecho de aprovechamiento faculta a su titular a imponer todas las servidumbres necesarias, con arreglo al Código de Aguas y demás disposiciones vigentes[16]. En materia de terrenos públicos también queda comprendido el mecanismo de concesión.[17]

En síntesis, dependiendo de la forma que tome un proyecto de recarga, existirá la necesidad de disponer de las autorizaciones necesarias para su materialización:

- Si el proyecto contempla obras de recarga que se ubican en un cauce natural y no requiere más que el acopio de las aguas para su infiltración, básicamente requerirá de la aprobación del proyecto.

---

[14] Art. 8 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.

[15] Art. 9. El que goza de un derecho de aprovechamiento puede hacer, a su costa, las obras indispensables para ejercitarlo.

[16] Art. 25. El derecho de aprovechamiento conlleva, por el ministerio de la ley, la facultad de imponer todas las servidumbres necesarias para su ejercicio, sin perjuicio de las indemnizaciones correspondientes.

[17] Art. 26. El derecho de aprovechamiento comprenderá la concesión de los terrenos de dominio público necesarios para hacerlo efectivo. Abandonados estos terrenos o destinados a un fin distinto, volverán a su antigua condición.

- Si el proyecto contempla la captación de las aguas en el cauce y el desarrollo de obras fuera de éste y en un predio de un tercero; requerirá establecer las servidumbres correspondientes. En el caso de un terreno fiscal debe solicitar la autorización para estos efectos.
- La localización de las obras de recarga no está obligada a ser la misma del punto de extracción de las aguas. La naturaleza del proyecto, las condiciones del acuífero y la hidrología determinan esta situación.

Siguiendo con el desarrollo anterior se concluye que, dependiendo de la naturaleza de las obras, pueden presentarse dos situaciones:

- Obras dentro de un cauce natural[18]
- Obras fuera de un cauce natural

Para el primer caso la legislación establece que cualquier modificación de cauces[19], natural o artificial, requiere la autorización previa de la Dirección General de Aguas.

En consecuencia, los proyectos de obras de recarga que se ubiquen dentro de cauces naturales requieren de la presentación del proyecto respectivo a la DGA[20];

[18] Art. 30. Álveo o cauce natural de una corriente de uso público es el suelo que el agua ocupa y desocupa alternativamente en sus creces y bajas periódicas.
Este suelo es de dominio público y no accede mientras tanto a las heredades contiguas, pero los propietarios riberanos podrán aprovechar y cultivar ese suelo en las épocas en que no estuviere ocupado por las aguas.
Sin perjuicio de lo dispuesto en los incisos precedentes, las porciones de terrenos de un predio que, por avenida, inundación o cualquier causa quedaren separadas del mismo, pertenecerán siempre al dueño de éste y no formarán parte del cauce del río.

Art. 31. La regla del artículo anterior se aplicará también a los álveos de corrientes discontinuas de uso público. Se exceptúan los cauces naturales de corrientes discontinuas formadas por aguas pluviales, los cuales pertenecen al dueño del predio.

Art. 32. Sin permiso de la autoridad competente, no se podrá hacer obras o labores en los álveos, salvo lo dispuesto en los artículos 8-, 9-, 25, 26 y en el inciso 2- del artículo 30.

[19] Art. 41. El proyecto y construcción de las modificaciones que fueren necesarias realizar en cauces naturales o artificiales, con motivo de la construcción de obras, urbanizaciones y edificaciones que puedan causar daño a la vida, salud o bienes de la población o que de alguna manera alteren el régimen de escurrimiento de las aguas, serán de responsabilidad del interesado y deberán ser aprobadas previamente por la Dirección General de Aguas de conformidad con el procedimiento establecido en el párrafo 1 del Título I del Libro Segundo del Código de Aguas. La Dirección General de Aguas determinará mediante resolución fundada cuáles son las obras y características que se encuentran en la situación anterior.
Se entenderá por modificaciones no solo el cambio de trazado de los cauces mismos, sino también la alteración o sustitución de cualquiera de sus obras de arte y la construcción de nuevas obras, como abovedamientos, pasos sobre o bajo nivel o cualesquiera otras de sustitución o complemento.
La operación y la mantención de las nuevas obras seguirán siendo de cargo de las personas o entidades que operaban y mantenían el sistema primitivo.
Si la modificación introducida al proyecto original implica un aumento de los gastos de operación y mantención, quien la encomendó deberá pagar el mayor costo.

[20] Art. 171. Las personas naturales o jurídicas que desearen efectuar las modificaciones a que se refiere el artículo 41 de este Código, presentarán los proyectos correspondientes a la Dirección General de Aguas, para su aprobación previa, aplicándose a la presentación el procedimiento previsto en el párrafo 1° de este Título.

la excepción la señala la norma para obras desarrolladas por Servicios dependientes del Ministerio de Obras Públicas, los cuales sólo informan a dicho Servicio.

El propósito esencial de la aprobación previa es que la autoridad verifique que las obras no produzcan alteración que entorpezca el libre escurrimiento de las aguas y que no signifique peligro para la vida o salud de los habitantes.

Dentro de esta calificación pueden caber las obras hidráulicas del artículo 294 del Código de Aguas[20], en tanto la obra principal o las asociadas, intervengan o crucen un cauce. En los casos que corresponda, se requerirá además, la autorización de construcción de bocatoma que ordena el art. 151[21].

Cabe tener presente también la facultad que posee la autoridad de fiscalización de obras mayores (art. 307) para inspeccionar obras que puedan encontrarse en una condición de deterioro y por lo tanto afectar a terceros, lo que conlleva a establecer normas de operación transitorias y definir multas, de no efectuarse las reparaciones que corresponda. De ser esto efectivo puede afectar el ejercicio del derecho.

En el segundo caso, el de obras fuera del cauce, es decir que no modifican cauces naturales, no se requiere autorización previa. Sin embargo, si se trata de obras de ciertas características y magnitud que define el art. 294 del Código de Aguas[22], se

Cuando se trate de obras de regularización o defensa de cauces naturales, los proyectos respectivos deberán contar, además, con la aprobación del Departamento de Obras Fluviales del Ministerio de Obras Públicas. Quedan exceptuados de los trámites y requisitos establecidos en los incisos precedentes, los Servicios dependientes del Ministerio de Obras Públicas, los cuales deberán remitir los proyectos de las obras a la Dirección General de Aguas, para su conocimiento, informe e inclusión en el Catastro Público de Aguas.

[21] Art. 151. Toda solicitud de construcción, modificación, cambio y unificación de bocatomas, deberá expresar, además de la individualización del peticionario, la ubicación precisa de las obras de captación en relación a puntos de referencia conocidos, la manera de extraer el agua y los títulos que justifiquen el dominio de los derechos de aprovechamiento que se captarán con las obras que se pretende ejecutar. El interesado podrá ingresar a un predio ajeno en la forma prevista en el art. 107, para efectuar los estudios de terreno necesarios para la elaboración del proyecto de obras.

[22] Art. 294. 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 cincuenta mil metros cúbicos o cuyo muro tenga más de 5m. de altura;
b) Los acueductos que conduzcan más de dos 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 10 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.

Art. 295. La Dirección General de Aguas otorgará la autorización una vez aprobado el proyecto definitivo y siempre que haya comprobado que la obra no afectará la seguridad de terceros ni producirá la contaminación de las aguas.

requerirá de la autorización previa de la DGA. En el caso de estas obras mayores, se establecen exigencias relativas a la supervisión durante la construcción de las mismas[23] y el establecimiento de garantías[24], que es necesario tener presente si las obras a proyectar son mayores.

Cabe mencionar que en estos casos, cuando se trate de aguas captadas en un cauce natural se requerirá autorización para la construcción de bocatoma que ordena el art. 151, sin perjuicio de las servidumbres necesarias para conducir las aguas desde la captación hasta la zona de recarga.

Respecto de las servidumbres, la ley faculta a llevar las aguas hasta el punto de uso, al tener un derecho de aprovechamiento, y a constituir una servidumbre que lo permita, la que se denomina servidumbre de acueducto[25].

Un reglamento especial fijará las condiciones técnicas que deberán cumplirse en el proyecto, construcción y operación de dichas obras.

[23] Art. 296. La Dirección General de Aguas supervisará la construcción de dichas obras, pudiendo en cualquier momento, adoptar las medidas tendientes a garantizar su fiel adaptación al proyecto autorizado.
Las resoluciones que se dicten en conformidad a estas normas deberán ser fundadas y en contra de ellas procederán los recursos a que se refieren los artículos 136° y 137°, de este código, que en estos casos no suspenderán su cumplimiento

[24]Art. 297. Los que construyan las obras de qué trata este título deberán constituir las garantías suficientes para financiar el costo de su eventual modificación o demolición, para que no constituyan peligro, si fueren abandonadas durante su construcción. La garantía se constituirá a favor del Fisco y será devuelta una vez recibida la obra por la Dirección General de Aguas. En el caso de que sea abandonada durante su construcción, se restituirá el saldo de la garantía no aplicada a la ejecución de las obras de modificación o demolición. Para reiniciar las obras, deberá constituirse la garantía a que se refiere el inciso primero.
El Director General de Aguas podrá eximir de la obligación de constituir las garantías a que se refiere este artículo, tratándose de obras que ejecuten los Servicios Públicos o las Empresas del Estado, siempre que en el proyecto respectivo se contemplen las medidas tendientes a asegurar que en el caso de una eventual paralización de las obras éstas no constituirán peligro.

[25] Art. 76. La servidumbre de acueducto es aquella que autoriza a conducir aguas por un predio ajeno a expensas del interesado. La servidumbre comprende el derecho de construir obras de arte en el cauce y de desagües para que las aguas se descarguen en cauces naturales.

Art. 77. Toda heredad está sujeta a la servidumbre de acueducto en favor de un pueblo, industria, mina u otra heredad que necesite conducir aguas para cualquier fin.

Art. 78. La conducción de las aguas se hará por un acueducto que no permita filtraciones, derrames ni desbordes que perjudiquen a la heredad sirviente; que no deje estancar el agua ni acumular basuras y que tenga los puentes, canoas, sifones y demás obras necesarias para la cómoda y eficaz administración y explotación de las heredades sirvientes. La obligación de construir las obras se refiere a la época de la constitución de la servidumbre.

Art. 79. La servidumbre comprende el derecho de llevar el acueducto por un rumbo que permita el libre descenso de las aguas y que, por la naturaleza del suelo, no haga excesivamente dispendiosa la obra. Verificadas estas condiciones, se llevará el cauce por el rumbo que menos perjuicio ocasione al predio o heredad sirviente. El rumbo más corto se mirará como el menos perjudicial a la heredad sirviente y el menos costoso al interesado, si no se probare lo contrario. El Juez conciliará, en lo posible, los intereses de las partes y en los puntos dudosos decidirá a favor de las heredades sirvientes.

Asimismo la legislación avala que se constituya la servidumbre necesaria para ejercer el derecho de aprovechamiento, para construir las obras necesarias, y así el derecho pueda materializarse, habida consideración de los pagos e indemnizaciones correspondientes.[26]

En otro orden de ideas, el ejercicio del derecho puede verse sujeto a situaciones no necesariamente previstas por el propio titular. Entre ellas se encuentra el caso de la reducción temporal del ejercicio, que se origina por la existencia de perjuicios[27] a terceros en un acuífero o sector de éste. En el caso de que el perjuicio no sea provocado por los derechos provisionales otorgados con cargo a recarga artificial, no corresponderá incluirlos dentro de la reducción temporal para aplicar reducción de las extracciones a prorrata. En caso contrario, si se establece que el perjuicio proviene de los derechos asociados a la recarga artificial, la medida de reducción corresponde aplicarla sólo a ellos.

En consecuencia, es razonable que las medidas de limitación que pudieran ser aplicables deban establecerse en forma diferenciada, dado que para los efectos prácticos se trata de recursos provenientes de fuentes distintas.

En cuanto a lo organizativo, las normas de exploración y explotación de Aguas Subterráneas establecen que los titulares de derechos asociados a recarga artificial formarán parte de la comunidad de aguas que se origine, en tanto sus derechos

---

Art. 80. Los edificios, instalaciones industriales y agropecuarias, estadios, canchas de aterrizaje y las dependencias de cada uno de ellos, no están sujetos a la servidumbre de acueducto

Art. 82. El dueño del predio sirviente tendrá derecho a que se le pague, por concepto de indemnización, el precio de todo el terreno que fuere ocupado y las mejoras afectadas por la construcción del acueducto; el de un espacio a cada uno de los costados, que no será inferior al cincuenta por ciento del ancho del canal, con un mínimo de un metro de anchura en toda la extensión de su curso, y que podrá ser mayor por convenio de las partes o por disposición del Juez, cuando las circunstancias lo exigieren, para contener los escombros provenientes de la construcción del acueducto y de sus limpias posteriores y un diez por ciento adicional sobre la suma total. Dicho espacio, en caso de canales que se desarrollen por faldeos pronunciados, se extenderá en su ancho total por el lado del valle.
Tendrá, además, derecho a que se le indemnice de todo perjuicio ocasionado por la construcción del acueducto y por sus filtraciones, derrames y desbordes que puedan imputarse a defectos de construcción o mal manejo del mismo.

[26] Art. 96. El dueño de los derechos de aprovechamiento que no lo sea de las riberas, terrenos o cauces en que deba usar, extraer, descargar o dividir las aguas, podrá construir en el predio sirviente las obras necesarias para el ejercicio de su derecho, tales como presas, bocatomas, descargas, estribos, centrales hidroeléctricas, casas de máquinas u otras, pagando al dueño del predio, embalse u otra obra, el valor del terreno que ocupare por las obras, más las indemnizaciones que procedan, en la forma establecida en los artículos 71 y 82.

Art. 98. Se aplicarán a estas servidumbres las disposiciones referentes a las servidumbres de acueducto, en lo que fueren pertinentes. Los cauces de descarga o aliviaderos seguirán la suerte del cauce principal.

[27] El Art. 30 de Reglamento establece que se considera la existencia de perjuicio cuando la explotación produce interferencia de tal magnitud que reduce la capacidad productiva original en un 15% o más. También cuando la explotación está produciendo contaminación de las aguas.

estén vigentes[28]. La propia norma citada establece para el caso general la facultad de organizarse en una comunidad de aguas subterráneas cuando existan más de dos personas que aprovechan las aguas de un mismo acuífero; esto basado en el art. 186 del Código de Aguas.

En el caso de la existencia de área de restricción o de zona de prohibición, la sola declaración da origen a una comunidad de aguas formada por todos los usuarios comprendidos en ella. Al respecto, la norma referida indica que es responsabilidad de los usuarios organizarse de acuerdo con las disposiciones que establece el Código de Aguas para estos efectos.

La existencia de un origen diferenciable de los recursos que sustentan los derechos de aprovechamiento debiera incorporar una distinción, en particular en los aspectos de distribución y redistribución. En el fondo se genera la necesidad de contabilizar dos recursos que pueden tener una dinámica distinta dentro de un mismo cuerpo de almacenamiento.

En términos prácticos, si la oportunidad, volumen y frecuencia de recarga son distintas, la aplicación de criterios o medidas generales dentro del acuífero no resultan apropiadas, particularmente en lo referente al prorrateo cuando ello sea requerido. Resulta entonces importante, en el caso general, establecer formalmente la distinción entre derechos provisionales y definitivos.

Esto se hace más patente en el caso de un área de restricción donde coexistirían derechos definitivos, derechos provisionales derivados de la declaración de área de restricción y derechos provisionales derivados de recarga artificial.

En síntesis, para una adecuada gestión y administración, resulta necesario que los estatutos de cada comunidad de aguas, obligatoriamente incluyan o permitan incluir las diferencias que se derivan de las distintas situaciones descritas. Lo anterior debiera quedar establecido expresamente dentro del reglamento o normas de exploración y explotación de aguas subterráneas. Incluyendo para estos derechos las mismas exigencias que indica el Art. 38 de la norma previamente mencionada, que señala el deber de controlar extracciones, mantener registros de producción de cada captación, y realizar evaluaciones y estudios.

La evaluación del proyecto en términos de la cantidad de agua disponible para recarga depende mucho de las condiciones naturales que generan las aguas de recarga, en el sentido de que hay factores exógenos que influyen en su cuantía.

Por ello, la evaluación de oferta sobre la base de los excedentes, derrames o retornos puede presentar el riesgo de que los derechos preexistentes cambien sus

[28] Art. Nº 41. Los titulares de derechos provisionales de aguas subterráneas de obras de recarga artificial de acuíferos, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 66 inciso segundo del Código de Aguas, formarán parte de la comunidad de aguas que se origine, en tanto su derecho se encuentre vigente y mantengan operativas las obras.

condiciones de uso (eficiencia, traslados, arriendo, etc.), para lo cual los usos que genera este excedente podrían modificar también su patrón de uso.

Del mismo modo, restricciones temporales establecidas por la ley (sequia, turnos), pueden inducir un cambio en los patrones de disponibilidad para recarga, que es importante incorporarlos dentro del análisis del proyecto.

Todos estos factores alertan sobre la necesidad de que el titular de derechos de aprovechamiento, considere el seguimiento y control para la planificación del proyecto, no solo en la fase de diseño, sino que en la de operación, entendiendo que probablemente muchos de ellos estén orientados a operar de forma multianual, es decir aprovechen recursos infiltrados uno o dos años después, en particular para los proyectos que se implementen en acuíferos con mayor capacidad de regulación (ubicados en zonas más planas), con acuíferos más potentes.

10.1.1.2 Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente

a) Ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

La Ley 19.300 y sus modificaciones, establece que cualquier proyecto o actividad comprendida en el artículo Nº10[29] debe someterse al sistema de evaluación de

[29] Las actividades que identifica el art 10 son:

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;
b) Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones;
c) Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW;
d) Reactores y establecimientos nucleares e instalaciones relacionadas;
e) Aeropuertos, terminales de buses, camiones y ferrocarriles, vías férreas, estaciones de servicio, autopistas y los caminos públicos que puedan afectar áreas protegidas;
f) Puertos, vías de navegación, astilleros y terminales marítimos;
g) Proyectos de desarrollo urbano o turístico, en zonas no comprendidas en alguno de los planes evaluados según lo dispuesto en el Párrafo 1 Bis;
h) Proyectos industriales o inmobiliarios que se ejecuten en zonas declaradas latentes o saturadas;
i) Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial de áridos, turba o greda;
j) Oleoductos, gasoductos, ductos mineros u otros análogos;
k) Instalaciones fabriles, tales como metalúrgicas, químicas, textiles, productoras de materiales para la construcción, de equipos y productos metálicos y curtiembres, de dimensiones industriales;
l) Agroindustrias, mataderos, planteles y establos de crianza, lechería y engorda de animales, de dimensiones industriales;
m) Proyectos de desarrollo o explotación forestal en suelos frágiles, en terrenos cubiertos de bosque nativo, industrias de celulosa, pasta de papel y papel, plantas astilladoras, elaboradoras de madera y aserraderos, todos de dimensiones industriales;
n) Proyectos de explotación intensiva, cultivo, y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos;
ñ) Producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas;
o) Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de aguas o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos;

impacto ambiental (SEIA). La ley parte de la presunción que las actividades identificadas son susceptibles de causar impacto ambiental.

El artículo 10 referido no incluye en forma explícita proyectos de recarga artificial de acuíferos; por lo que como actividad en sí misma, no queda sujeta al ingreso obligatorio al sistema de evaluación. Sin embargo, según el tipo de obras que considere el proyecto, y según la ubicación del mismo, pueden darse dos situaciones para las cuales debe ingresarse al sistema de evaluación; a saber:

- El proyecto contempla la ejecución de presas o produce una alteración significativa de cuerpos o cursos naturales de aguas.
- El proyecto se localiza en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita.

Respecto a lo primero, el reglamento vigente precisa y acota, según señala la letra a) del artículo 10. En particular, la distinción que hace el artículo 10 letra a), al referirse a las obras del art. 294 del Código de Aguas, y luego al hacer referencia a presas en general, plantearía aparentemente una inclusión de carácter general. Sin embargo, el Reglamento acota en definitiva a las presas incluidas en el artículo 294 del Código de Aguas, es decir, con volumen mayor a 50 mil m^3 o altura de muro mayor a 5 m[30].

Por su parte, la alteración de cauces o de cursos de agua está fundamentalmente asociada a la modificación de la geometría de los mismos, a causa de los volúmenes de movimiento de material. Esto se fija según la Región donde esté el proyecto[31].

---

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 o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita;

q) Aplicación masiva de productos químicos en áreas urbanas o zonas rurales próximas a centros poblados o a cursos o masas de agua que puedan ser afectadas, y

r) Proyectos de desarrollo, cultivo o explotación, en las áreas mineras, agrícolas, forestales e hidrobiológicas que utilicen organismos genéticamente modificados con fines de producción y en áreas no confinadas. El reglamento podrá definir una lista de especies de organismos genéticamente modificados que, como consecuencia de su comprobado bajo riesgo ambiental, estarán excluidos de esta exigencia. El mismo reglamento establecerá el procedimiento para declarar áreas como libres de organismos genéticamente modificados.

[30] Art. 3 Reglamento Letra a.
a.1. Presas cuyo muro tenga una altura igual o superior a cinco metros o que generen un embalse con una capacidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m^3).

[31] Art. 3 Reglamento Letra a.
a.4. Defensa o alteración de un cuerpo o curso de aguas terrestres, tal que se movilice una cantidad igual o superior a cincuenta mil metros cúbicos de material (50.000 m^3), tratándose de las regiones I a IV, o cien mil metros cúbicos (100.000 m^3), tratándose de las regiones V a XII, incluida la Región Metropolitana.
Se entenderá por defensa o alteración aquellas obras de regularización o protección de las riberas de éstos cuerpos o cursos, o actividades que impliquen un cambio de trazado de su cauce, o la modificación artificial de su sección transversal, todas de modo permanente.

Además, cabe precisar que la infiltración de aguas tratadas, como parte de un proyecto de recarga artificial, obliga al ingreso al sistema de evaluación ambiental. Aunque en estos proyectos, no es el caso dado que se trata de infiltrar aguas naturales.

De la lectura del artículo 10 puede excluirse lo indicado en la letra o), por cuanto se refiere a proyectos de saneamiento ambiental, de "*alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de agua o residuos sólidos domiciliarios, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos".* Sin embargo, el Reglamento (Decreto 40/2013) da un detalle mayor y muy particular en el literal O.7, donde precisa que entran a evaluación los sistemas de tratamiento o disposición cuyos efluentes tratados se usen para el riego o se infiltren[32]. No obstante, como ya se indicó, en los proyectos de recarga se infiltran aguas naturales y no hay ningún proceso que genere efluentes, por lo tanto, respecto de este artículo, tampoco requerirían ingresar al sistema.

En el segundo caso la ley es clara y precisa, involucrando a cualquier actividad que se realice dentro de un área bajo protección oficial. Éstas quedan establecidas por el Ministerio del Medio Ambiente en el documento técnico sobre áreas protegidas en Chile[33], y corresponden a: Parque Nacional, Reserva Nacional, Monumento Natural, Reserva de Regiones Vírgenes, Santuario de la Naturaleza, Parque Marino, Reserva Marina y Áreas Marinas Costeras Protegidas. La misma fuente indica que en Chile a la fecha no existen Reservas de Regiones Vírgenes. En síntesis es necesario verificar en forma precisa si el proyecto en estudio involucra un área protegida para los efectos del debido ingreso al SEIA.

Al hacer esta verificación se ha constatado que en la Región del Maule existen siete áreas pertenecientes al SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado), que administra CONAF (Corporación Nacional Forestal), ellas corresponden a un Parque Nacional (Radal Siete Tazas) y seis Reservas Nacionales (Altos de Lircay, Los Bellotos, Los Queules, Los Ruiles, Federico Albert y Laguna Torca).

De estas áreas protegidas, tanto el Parque Nacional Radal Siete Tazas, como las Reservas Nacionales Altos de Lircay y Los Bellotos se ubican al oriente de la Ruta

[32] Art. 3 del Reglamento. Letra O.
O.7 Sistemas de tratamiento y/o disposición de residuos industriales líquidos, que contemplen dentro de sus instalaciones lagunas de estabilización, o cuyos efluentes tratados se usen para el riego o se infiltren en el terreno, o que den servicio de tratamiento a residuos provenientes de terceros, o que traten efluentes con una carga contaminante media diaria igual o superior al equivalente a las aguas servidas de una población de cien (100) personas, en uno o más de los parámetros señalados en la respectiva norma de descargas líquidas

[33] Las áreas protegidas de Chile, Ministerio del Medio Ambiente, 2011.
http://www.mma.gob.cl/1304/w3-article-50613.html

5 Sur, por lo que están fuera de la zona del secano costero. Para las restantes, se tiene lo siguiente: la Reserva Nacional Los Queules se ubica 27 km al surponiente del proyecto Pelluhue, en el límite con la Región del Bío-Bío. La Reserva Nacional Los Ruiles se ubica 6 km al oriente del proyecto Pelluhue, es decir, aguas arriba del mismo, pero no sobre el mismo cauce, sino sobre uno paralelo, ubicado más al norte. La Reserva Nacional Federico Albert se ubica al Oeste de la localidad de Chanco, 2,6 km al norponiente de los sectores de recarga Chanco y Rahue y a casi 6 km de la obra de toma para dichos proyectos. Finalmente, la Reserva Nacional Laguna Torca se ubica al Norte del Lago Vichuquén, aproximadamente a 25 km al norte del sector Los Cuervos.

Por lo tanto, ninguno de los proyectos se ubica en alguna de estas áreas, tal como se indica en la Tabla siguiente.

Tabla 10.1.1-1
Proyectos y Áreas Silvestres Protegidas en la Región del Maule

Nº	Proyecto	¿Está dentro de un Área Protegida?	Área Protegida Cercana	Distancia
				(km)
1	Los Cuervos	No	Laguna Torca	25
2	Huenchullamí 3	No	Laguna Torca	38
3	Huenchullamí 2	No	Laguna Torca	39
4	Huenchullamí 1	No	Laguna Torca	48
5	El Valle	No	-	
6	Reloca	No	Federico Albert	11
7	Purapel	No	-	
8	Chanco	No	Federico Albert	2,6
9	Rahue	No	Federico Albert	2,6
10	Pelluhue	No	Los Ruiles	6

Fuente: Elaboración propia a partir de información de CONAF.

Se puede señalar luego del análisis, que de los 10 proyectos que están siendo evaluados, sólo los de Chanco y Rahue podrían generar algún efecto ambiental sobre el área silvestre protegida que se ubica en las cercanías, la Reserva Nacional Federico Albert, que se ubica a 2,6 km de los sectores de recarga. Sin embargo, las obras de toma donde se captarán los caudales a infiltrar se ubican a casi 6 km de dicha Reserva Nacional. Además, los caudales que utilizarían los proyectos son parte marginal de los sobrantes de invierno que serían captados sólo los años con alta pluviosidad. La reducción en los caudales del estero Lircay para la condición hidrológica de diseño, que corresponde a una probabilidad de excedencia de 50%, será de un 3,1% en promedio durante los cinco meses del período de recargas, ya que el caudal extraído será de solo 13 l/s y el caudal medio alcanza los 955 l/s, lo que en la práctica se puede establecer como sin efecto perceptible. Además, si se considera que dicho estero es un cauce secundario que toca tangencialmente el área de la Reserva Nacional Federico Albert, se puede asumir que la extracción de dichos caudales desde el cauce superficial para abastecer los proyectos recarga de acuíferos no afectará la disponibilidad hídrica en dicha área.

Adicionalmente, cabe señalar que en la Región del Maule no hay zonas declaradas por la DGA como de restricción o de prohibición para nuevas extracciones de aguas subterráneas, por lo que desde este punto de vista, no habría restricciones para los proyectos.

En forma complementaria, se ha realizado el análisis a partir de lo señalado en el Art. 11 d) de la Ley 19.300, respecto a Sitios Prioritarios, definidos según Of. Ord. D.E. Nº100.143, de Noviembre de 2010, donde se establece que en la Región del Maule hay 5 sitios prioritarios.

Los sitios prioritarios señalados son los siguientes:

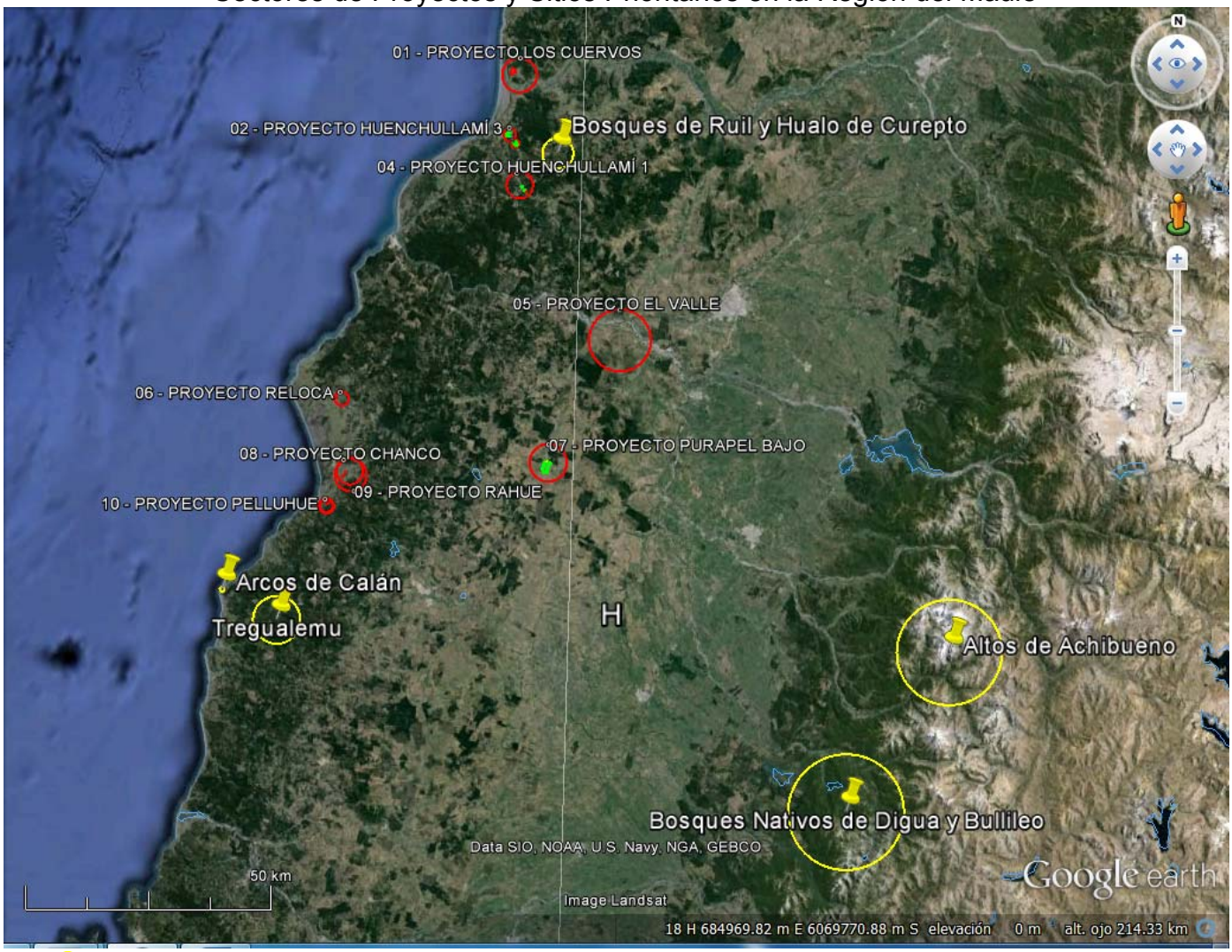
1. Altos de Achibueno
2. Arcos de Calán
3. Bosques de Ruil y Hualo de Curepto
4. Bosques Nativos de Digua y Bullileo
5. Tregualemu

Los sitios denominados 1 y 4, se ubican al oriente de la Ruta 5, por lo que están muy lejanos del secano costero de la Región del Maule. A su vez, los sitios denominados 2 y 5, que si se ubican en el secano costero, están a una distancia de 20 km al sur del proyecto más cercano, que es Pelluhue, por lo que tampoco hay ninguna influencia. Finalmente, el sitio prioritario 3, Bosques de Ruil y Hualo de Curepto, también se ubica en el secano costero, pero no tiene ningún proyecto dentro o vecino. El proyecto Huenchullamí 2, que es el más cercano, están a una distancia de 5 km, aguas abajo del sitio y en una red de drenaje diferente (cauce paralelo), por lo que tampoco hay ninguna influencia sobre dicho sitio prioritario.

En la Figura siguiente se muestran las ubicaciones de los 10 sectores de proyectos de recarga artificial (en rojo) y los 5 sitios prioritarios existentes en la Región del Maule, representados por un círculo de superficie igual a la señalada en el Ord. D.E. Nº100143, de Noviembre de 2010.

Se puede apreciar que ninguno de los sectores de proyecto se ubica dentro o en la vecindad directa de alguno de los sitios prioritarios.

Figura 10.1-1
Sectores de Proyectos y Sitios Prioritarios en la Región del Maule



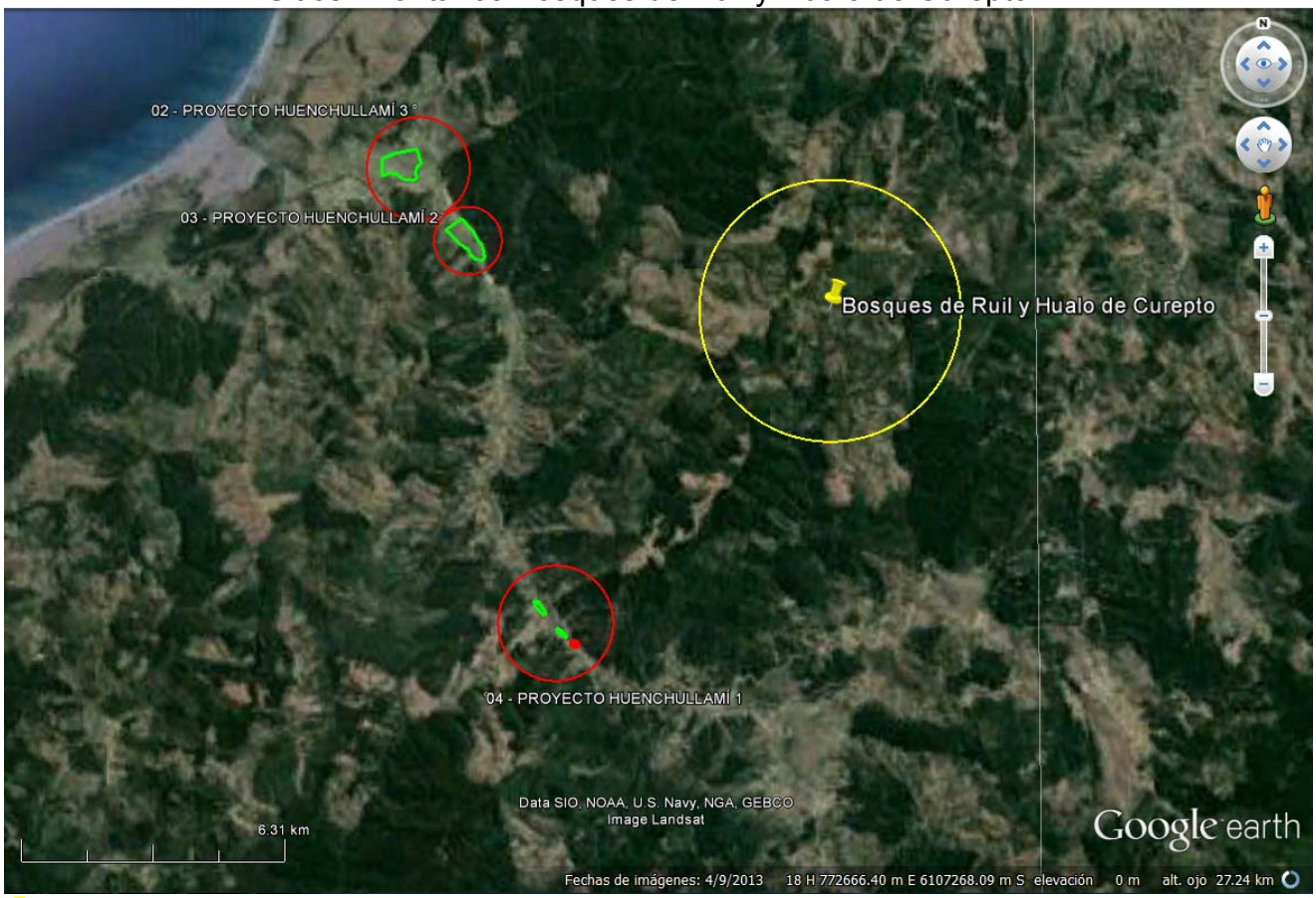
: Sitios Prioritarios (borde amarillo)
: Sectores de Proyecto (borde rojo)
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 10.1-2 siguiente se presenta con mayor detalle las ubicaciones de los proyectos del Río Huenchullamí, que son los únicos que se ubican relativamente cerca de algún sitio prioritario, y del Sito Prioritario Bosques de Ruil y Hualo de Curepto. La imagen permite tener mayor claridad respecto a la no influencia de los proyectos sobre dicho sitio.

Los proyectos del río Huenchullamí se ubican en terrenos ribereños de la zona baja del río, y contemplan utilizar aguas sobrantes de invierno del Río Huenchullamí (Proyectos Huenchullamí 1 y 3) y del estero Pudú (Proyecto Huenchullamí 2), en tanto que el Sitio Prioritario Bosques de Ruil y Hualo de Curepto se ubica a una

distancia de aproximadamente 5 km al oriente del proyecto más cercano, en una subcuenca diferente, por lo que no habrá efecto de los proyectos sobe dicho sitio.

Figura 10.1-2
Sectores de Proyectos Río Huenchullamí y
Sitios Prioritarios Bosques de Ruil y Hualo de Curepto



: Sitios Prioritarios (borde amarillo)
: Sectores de Proyecto (borde rojo)
Fuente: Elaboración propia.

b) Vía de ingreso o evaluación

El artículo 11 de la Ley 19.300 establece la forma de ingreso, a través de un estudio de evaluación de impacto ambiental o con una declaración de impacto ambiental[34].

[34] Art. 11. Los proyectos o actividades enumerados en el artículo precedente requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, si generan o presentan a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:
a) Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos;
b) Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire;
c) Reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de gruposhumanos;

En el caso de un proyecto de recarga artificial los puntos del artículo 11 que estarían más directamente relacionados, y que requieren mayor detenimiento en el análisis, corresponden a las letras b) y d). El reglamento entrega más detalle al respecto y en el caso de la letra b), lo que debe considerarse con mayor detenimiento es:

- lo establecido en las normas secundarias de calidad ambiental y de emisión vigentes.
- la capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración de los recursos naturales renovables presentes en el área de influencia del proyecto o actividad.
- el volumen, caudal y/o superficie, según corresponda, de recursos hídricos a intervenir y/o explotar en:
  + vegas y/o bofedales ubicados en las Regiones I y II, que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas
  + áreas o zonas de humedales que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas o superficiales
- cuerpos de aguas subterráneas que contienen aguas milenarias y/o fósiles.
- una cuenca o subcuenca hidrográfica trasvasada a otra.
- lagos o lagunas en que se generen fluctuaciones de niveles.

Para el caso de la letra d), los aspectos a considerar corresponden a la magnitud o duración de la intervención o emplazamiento del proyecto o actividad en, o alrededor, de áreas donde existen recursos o áreas protegidos en forma oficial.

Se entiende por localización próxima cuando el recurso a resguardar se encuentra total o parcialmente dentro del área de influencia del proyecto o actividad.

A continuación, en la Tabla 10.1.1-2 se indica para cada proyecto, si requiere ingresar al SEIA, la forma de ingreso, y lo que se recomienda.

d) 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;
e) Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona, y
f) Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Para los efectos de evaluar el riesgo indicado en la letra a) y los efectos adversos señalados en la letra b) se considerará lo establecido en las normas de calidad ambiental y de emisión vigentes. A falta de tales normas, se utilizarán como referencia las vigentes en los Estados que señale el reglamento.

Tabla 10.1.1-2
Forma de Ingreso al SEIA, por Proyecto

Nº	Proyecto	¿Requiere Ingresar al SEIA?	Formato de Ingreso	Recomendación
1	Los Cuervos	No	No Aplica (*)	-
2	Huenchullamí 3	No	No Aplica (*)	-
3	Huenchullamí 2	No	No Aplica (*)	-
4	Huenchullamí 1	No	No Aplica (*)	-
5	El Valle	No	No Aplica (*)	-
6	Reloca	No	No Aplica (*)	-
7	Purapel	No	No Aplica (*)	-
8	Chanco	No	No Aplica (*)	DIA Voluntaria (**)
9	Rahue	No	No Aplica (*)	DIA Voluntaria (**)
10	Pelluhue	No	No Aplica (*)	-

(*): No corresponden a los tipos de proyectos que requieren ingresar al SEIA, según art. 10 de la Ley 19.300.
(**): Por cercanía con Reserva Nacional Federico Albert
Fuente: elaboración propia.

c) Contenidos mínimos de presentación de DIA o EIA

c.1) Declaración de Impacto Ambiental (DIA)

Las Declaraciones de Impacto Ambiental deberán contener, a lo menos, lo siguiente:

- La indicación del tipo de proyecto o actividad de que se trata, incluyendo:
  - nombre
  - identificación del titular y su sociedad matriz, si la hubiere
  - objetivo
  - localización
    - en coordenadas geográficas
    - según división político-administrativa a nivel regional, provincial y comunal
  - monto estimado de la inversión
  - superficie que comprenderá
  - justificación de su localización.
  - descripción del proyecto o actividad
    - definiendo las partes, acciones y obras físicas que lo componen
    - vida útil
    - plazo estimado de inicio
    - descripción cronológica de sus distintas fases

- La indicación de los antecedentes necesarios

  - o para determinar si el impacto ambiental se ajusta a las normas ambientales vigentes o para justificar que no requiere de la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental.

- Descripción del contenido de aquellos compromisos ambientales voluntarios, no exigidos por la legislación vigente, que el titular del proyecto o actividad contemple realizar.

- Documentación y antecedentes para acreditar el cumplimiento de la normativa de carácter ambiental y de los requisitos y contenidos de los permisos ambientales sectoriales

c.2) Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

Los contenidos mínimos de un EIA corresponden a los siguientes:

- Un índice que enumerará los capítulos, temas, tablas, figuras, planos, cartografía y anexos

- Un resumen breve (30 páginas) y autosuficiente con:
  - o descripción del proyecto o actividad
  - o plan de cumplimiento de la legislación ambiental aplicable
  - o línea de base
  - o descripción de aquellos efectos, características o circunstancias que dan origen a la necesidad de efectuar un EIA
  - o identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales, incluidas las eventuales situaciones de riesgo
  - o plan de medidas (mitigación, reparación, compensación y de prevención de riesgos y control de accidentes)
  - o plan de seguimiento de las variables ambientales relevantes

- Una descripción del proyecto o actividad que contenga:
  - o Antecedentes generales
    - identificación del titular y su sociedad matriz, si la hubiere
    - objetivo
    - localización según división político-administrativa a nivel regional, provincial y comunal y representada cartográficamente, especificando escala, norte, simbología, grilla de referencia indicando coordenadas, fuente de información y tipo y parámetros de la proyección, el elipsoide y el datum cuando corresponda.
    - definición de las partes, acciones y obras físicas que lo componen
    - la superficie que comprende
    - el monto estimado de la inversión y la mano de obra asociada, si corresponde
    - la vida útil y la descripción cronológica de sus distintas fases

  - la justificación de su localización
  - la fecha estimada de inicio de la ejecución o modificación del proyecto o actividad
- Descripción de la fase de construcción, si la hubiere, indicando las acciones y requerimientos necesarios para la materialización de las obras físicas del proyecto o actividad.
- Descripción de la fase de operación, si la hubiere, detallando las acciones, obras y requerimientos, los procesos unitarios y globales, y el manejo de materias primas, productos terminados e intermedios, considerando sus medidas de mantención y conservación, según corresponda
- Descripción de la fase de cierre y/o abandono, si la hubiere, detallando las acciones, obras y medidas que implementará el titular del proyecto o actividad.

- Un plan para el cumplimiento de la legislación ambiental aplicable (normativa de carácter general aplicable y de carácter específico, asociada a permisos ambientales sectoriales) incluida la forma en la que se dará cumplimiento.

- Descripción pormenorizada de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley que dan origen a la necesidad de efectuar un Estudio de Impacto Ambiental.

- Línea de base, que describe los elementos del medio ambiente que se encuentren en el área de influencia; el área de influencia debe ser definida y justificada para cada elemento afectado del medio ambiente. Esta descripción considerará, cuando corresponda, los siguientes contenidos:

  - El medio físico (clima, geología, geomorfología, hidrología, hidrogeología, oceanografía, limnología, y edafología). Niveles de ruido, de vibraciones y de luminosidad, de campos electromagnéticos y de radiación, calidad del aire y recursos hídricos.
  - El medio biótico, que incluye la identificación, ubicación, distribución, diversidad y abundancia de las especies de flora y fauna que componen los ecosistemas existentes, enfatizando en las especies que se encuentren en alguna categoría de conservación.
  - El medio humano, que incluye dimensión geográfica, demográfica, antropológica, socioeconómica y de bienestar social, respecto a la calidad de vida de las comunidades afectadas, a los sistemas de vida y a las costumbres de los grupos humanos, con énfasis en las comunidades protegidas por leyes especiales.
  - El medio construido, describiendo su equipamiento, infraestructura, y otras obras relevantes. Descripción de las actividades económicas (industriales, turísticas, transporte, servicios) y otras actividades relevantes existentes o planificadas.

  - El uso de los elementos del medio ambiente comprendidos en el área de influencia, si están regulados por algún instrumento de planificación territorial o si forman parte de un área bajo protección oficial.
  - Los elementos naturales y artificiales que componen el patrimonio histórico, arqueológico, antropoarqueológico, paleontológico, religioso y, en general, los que componen el patrimonio cultural, incluyendo la caracterización de los Monumentos Nacionales.
  - El paisaje, con la caracterización de su visibilidad, fragilidad y calidad.
  - Las áreas donde puedan generarse contingencias sobre la población y/o el medio ambiente a causa de fenómenos naturales, desarrollo de actividades humanas, ejecución o modificación del proyecto, y/o combinación de ellos.

- Predicción y evaluación del impacto ambiental del proyecto o actividad, incluidas las eventuales situaciones de riesgo.

- Plan de medidas de mitigación, reparación y/o compensación, que se adoptarán para eliminar o minimizar los efectos adversos y las acciones de reparación y/o compensación que se realizarán, cuando ello sea procedente.

- Plan de Seguimiento de las variables ambientales relevantes presentado como ficha, cuadro o tabla conteniendo para cada fase:

  - impacto ambiental asociado
  - ubicación de los puntos de control
  - parámetros que caracterizan el estado y evolución de dicho componente
  - los niveles cuantitativos o límites permitidos o comprometidos
  - la duración y frecuencia del plan
  - el método o procedimiento de medición
  - el plazo y frecuencia de entrega de los informes indicando el organismo competente que la recibirá

- Conjunto de fichas, tablas o cuadros en los cuales se resuman los contenidos relevantes para facilitar la fiscalización.

- Descripción de las acciones realizadas previamente a la presentación del EIA, sobre consultas y/o encuentros con organizaciones ciudadanas o personas naturales directamente afectadas, y los resultados.

- Apéndice del Estudio de Impacto Ambiental, que incluirá toda la información documentada que sirva de apoyo para la comprensión del Estudio, ordenada en forma de anexos:

  - Informes de laboratorio
  - legislación detallada atingente
  - estudios específicos

- o desarrollo de cálculos matemáticos
- o figuras, mapas, planos, tablas, fotografías u otros.
- o El listado de los nombres de las personas que participaron en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, incluyendo sus profesiones e indicando las funciones y tareas específicas que desarrollaron.

10.1.1.3 Reglamento sobre Normas de Exploración y Explotación de Aguas Subterráneas (Decreto Supremo Nº203 de 2013)

El Decreto Supremo Nº203 de 20 de Mayo de 2013, establece tres situaciones relevantes respecto a los proyectos de recarga artificial de acuíferos.

- En su artículo 1º, aprueba el Reglamento sobre Normas de Exploración y Explotación de Aguas Subterráneas, el que en sus artículos 47 a 50 fija las condiciones y requisitos para las aprobaciones de los proyectos de recarga, para la ejecución de las obras y para la solicitud de los derechos provisionales con cargo a la recarga de los acuíferos. [35]

[35] **DS Nº203 de 2013**

…

8. Recarga artificial

Artículo 47. Cualquier persona podrá ejecutar obras para la recarga artificial de acuíferos, previa autorización del proyecto por parte de la Dirección General de Aguas, en conformidad con lo dispuesto en el artículo 66 inciso segundo y artículo 67 inciso primero parte final del Código de Aguas y con lo establecido en el presente Reglamento.

Artículo 48. La solicitud de autorización para ejecutar obras para la recarga artificial de acuíferos se tramitará conforme al procedimiento previsto en el párrafo 1° del Título I del Libro Segundo del Código de Aguas, y deberá contener los siguientes antecedentes.

1. Nombre, rol único tributario y demás antecedentes para la individualización del solicitante y de su representante legal, si corresponde.

2. Una descripción de la naturaleza física y situación jurídica del agua a utilizar en la recarga artificial, debiendo acompañar los documentos necesarios para acreditar el dominio vigente del derecho de aprovechamiento de agua, si así correspondiere.

3. Deberá acompañar una memoria técnica que contenga, a lo menos, lo siguiente:

f) Descripción del proyecto de recarga artificial.

iv. Tipo y disposición de obras.

v. Plan de operación y mantención.

vi. Modelación del efecto de la recarga sobre la cantidad de las aguas del Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común.

g) Descripción y características geológicas e hidrogeológicas del sector de la recarga, que contemple a lo menos:

v. Características de la zona no saturada

vi. Permeabilidad, almacenamiento y geometría del sector influenciado directamente por la recarga.

vii. Información de registros conocidos sobre el nivel del acuífero del sector.

viii. Caracterización de la calidad de las aguas del sector de la recarga.

h) Una caracterización de la calidad de las aguas que se infiltrarán artificialmente. Además, la Dirección General de Aguas podrá requerir al solicitante la elaboración de análisis fisicoquímicos o bacteriológicos adicionales del agua que se infiltraría, cuando las características del proyecto de infiltración artificial así lo ameriten.

- En su artículo 2ª, crea el Registro Público de Derechos de Aprovechamiento de Aguas de Carácter Provisional, como parte del Registro Público referido a las aguas subterráneas del CPA (Catastro Público de Aguas).

- Y finalmente, en su artículo 3º, crea el Registro Público de Obras de Recarga Artificial de Acuíferos, también como parte del Registro Público referido a las aguas subterráneas del CPA (Catastro Público de Aguas).

---

i) Plan de monitoreo, que contemple al menos:
   iv. Monitoreo de la zona aledaña al emplazamiento de la obra de infiltración, con el objeto de observar el comportamiento de las aguas infiltradas, ya sea mediante la medición de niveles o no, a fin de evitar riesgos de inundaciones o afecciones a terceros.
   v. Monitoreo de la calidad de las aguas en el sector influenciado directamente por la recarga.
   vi. Monitoreo del caudal y volumen de recarga.
j) Plan de acción frente a la eventual contaminación del sector influenciado directamente por la recarga.

Artículo 49. La Dirección General de Aguas aprobará las obras de infiltración cuando el proyecto presentado cumpla con las disposiciones anteriores, no provoque la colmatación del acuífero ni la contaminación de las aguas.

Artículo 50. La solicitud de derechos de aprovechamiento de aguas de carácter provisional con cargo a la obra de recarga artificial aprobada en conformidad con los artículos anteriores, deberá ajustarse al procedimiento previsto en el párrafo 1° del Título I del Libro Segundo del Código de Aguas. Esta solicitud deberá contener los antecedentes señalados en el artículo 19 del presente Reglamento.
Para hacer efectiva la preferencia establecida en el artículo 66 inciso segundo del Código de Aguas, el solicitante deberá indicar en su solicitud el hecho de contar con la aprobación de una obra de recarga de que trata el artículo anterior, identificando la resolución respectiva. Se considerará esta preferencia sólo sobre el Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común influenciado directamente por la recarga.
Excepcionalmente, esta preferencia podrá considerarse en un Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común Distinto al que recibe la recarga artificial siempre y cuando esté claramente interrelacionado, y el o los puntos de captación del derecho provisional se ubiquen en una zona directamente influenciada por la recarga artificial. Ambas situaciones deberán ser acreditadas por el solicitante y verificadas por la Dirección General de Aguas, en caso contrario, la petición será denegada.
La Dirección General de Aguas constituirá el derecho de aprovechamiento de carácter provisional cuando la solicitud cumpla con los siguientes requisitos:

a) Que sea legalmente procedente conforme a las normas establecidas en el Código de Aguas y en el presente Reglamento.
b) Que efectivamente exista la obra de recarga artificial aprobada a favor del solicitante y que esta se encuentre operando.
c) Que el solicitante presente un balance hídrico que, considerando el volumen de agua infiltrado, las pérdidas existentes y los tiempos de circulación, permita definir el volumen adicional que la infiltración artificial genera en el Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común donde se ubica el punto de captación del derecho de aguas solicitado.
d) Que el ejercicio del derecho de aprovechamiento provisional que se constituya no provoque perjuicio a derechos de aprovechamiento de aguas existentes.

Como puntos destacables, se tiene las exigencias que impone a los proyectos de recarga artificial, en cuanto a: modelación del efecto de la recarga sobre la cantidad de aguas del sector hidrogeológico de aprovechamiento común, Plan de Monitoreo (niveles, calidad, caudal y volumen de recarga) y Plan de Acción, frente a eventual contaminación del sector influenciado por la recarga.

10.1.1.4 Calidad del agua usada en la recarga artificial

Las exigencias de calidad para las aguas utilizadas en un proyecto de recarga artificial no hacen diferencia respecto a su origen, ya que sean estas naturales o residuos líquidos, deberán cumplir con los parámetros de calidad establecidos en el DS Nº46 del año 2002, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia que "Establece Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas" y con lo dispuesto en la Resolución Nº599, de la Dirección General de Aguas, de fecha 17 de Mayo de 2004, que "Aprueba Manual para la Aplicación del Concepto de Vulnerabilidad de Acuíferos".

10.1.1.5 Calidad del agua usada en la recarga artificial

Las exigencias de calidad para las aguas utilizadas en un proyecto de recarga artificial no hacen diferencia respecto a su origen, ya que sean estas naturales o residuos líquidos, deberán cumplir con los parámetros de calidad establecidos en el DS Nº46 del año 2002, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia que "Establece Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas" y con lo dispuesto en la Resolución Nº599, de la Dirección General de Aguas, de fecha 17 de Mayo de 2004, que "Aprueba Manual para la Aplicación del Concepto de Vulnerabilidad de Acuíferos".

El Decreto Supremo Nº46 de 2002 (DS46) fija límites máximos de emisión en términos totales, hacia los acuíferos según su vulnerabilidad: Tabla 1 si se trata de vulnerabilidad media y Tabla 2 si ésta es baja.

La norma establece que si el contenido natural en la zona saturada de la napa excede al límite máximo permitido en este decreto (Tablas 1 y 2), el límite máximo aceptable de la descarga será igual a dicho contenido natural. Además, especifica que no se podrá emitir directamente a la zona saturada del acuífero, salvo que la emisión sea de igual o mejor calidad que la del contenido natural.

Por último, si la vulnerabilidad del acuífero es calificada como alta, sólo se podrá disponer residuos líquidos mediante infiltración, cuando la emisión sea de igual o mejor calidad que la del contenido natural del acuífero.

En síntesis, puede concluirse lo siguiente:

- Las exigencias de calidad para las aguas a infiltrar no hacen diferencia respecto al origen de dichas aguas (naturales, residuos líquidos u otras). En cualquiera de los casos, se debe cumplir con los parámetros de calidad de aguas establecidos en el DS Nº46 de 2002 que Establece Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas.

- Bajo esta Norma (DS Nº46 de 2002):

    - La infiltración directa a un acuífero de vulnerabilidad alta, sólo se podrá efectuar si las aguas son de igual o mejor calidad que las del cuerpo receptor.

    - La infiltración hacia acuíferos de vulnerabilidad media deberá cumplir con las concentraciones máximas establecidas en la Tabla 1 (del DS Nº46).

    - La infiltración hacia acuíferos de vulnerabilidad baja deberá cumplir con las concentraciones máximas establecidas en la Tabla 2 (del DS Nº46).

    - Si el contenido natural en la zona saturada de la napa excede al límite máximo permitido en este decreto (Tablas 1 y 2), el límite máximo aceptable de la descarga será igual a dicho contenido natural.

Para mayor claridad, en el Anexo 17 se presentan las Tablas 1 y 2 del citado DS Nº46 de 2002 que Establece Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas.

10.1.2 Sugerencias o propuestas

La obtención de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas a partir de recarga artificial sigue, en lo esencial, los mismos pasos que la tramitación de un derecho de aprovechamiento convencional. Sin embargo, dada la diferencia fundamental de generar un volumen de agua incremental por efecto de la presencia de obras destinadas a recarga, hay aspectos que la legislación debiera considerar en forma explícita.

a. Protección de la zona de recarga

La zona de recarga en sí misma es fundamental para lograr que el recurso se incorpore al acuífero, por lo cual es esencial que no se produzcan alteraciones o afecciones al proyecto, que afecten el proceso de infiltración.

Considerando que la extracción del agua subterránea almacenada a través de la recarga artificial no necesariamente se realiza en la misma zona de infiltración de las aguas, debe asegurarse la debida protección en la zona

de recarga, que impida que se materialicen extracciones por parte de terceros sobre un recurso producido artificialmente y con un destino predeterminado.

b. Diferenciación respecto de limitaciones

Atendido el hecho de que los recursos que se generan para un derecho de aprovechamiento derivado de obras de recarga artificial son diferenciables de la recarga natural, las limitaciones que eventualmente lo afecten, como por ejemplo la reducción temporal del ejercicio, requieren una diferenciación cuando éstas se apliquen a un área donde coexisten con éstos derechos otorgados por mecanismos convencionales.

c. Ampliar el mecanismo de recarga artificial a zonas de prohibición

El hecho de incorporar a un acuífero aguas adicionales, ya sea provenientes de fuentes ajenas o de la misma que genera la recarga natural, sustentará un aprovechamiento incremental al sistema que no afectará la situación allí existente; incluso producirá un mejoramiento de la condición general del acuífero, dado que se extraerá sólo una parte de todo el volumen infiltrado.

Se estima más efectivo y conveniente que exista la facultad de otorgar derechos sobre aguas infiltradas dentro de una zona de prohibición, en lugar de alzar la restricción de zona de prohibición y luego otorgar los derechos provisionales. El resultado es el mismo y el ahorro en términos procedimentales es evidente.

10.1.3 Aspectos relacionados con el objetivo del proyecto de recarga

10.1.3.1 Aprovechamiento colectivo

a) Mejoramiento de las condiciones del acuífero

Esta alternativa se concibe como una opción de mejoramiento de las condiciones del sistema, orientada al interés público. Así, el destino de las aguas recargadas puede ser, por ejemplo:

- Evitar el aumento del descenso en zonas con déficit en el balance.
- Reducir el déficit general existente en un sector específico.
- Mejorar la situación local en una zona de depresiones significativas que afectan vertientes existentes o humedales.

Aquí la recarga artificial no tiene por objeto extracciones adicionales a las existentes en el sector. Por ello, se visualiza aplicable a áreas que ya tienen una condición deficitaria (zona de prohibición o área de restricción).

En el primer caso cabe su aplicación ya que la obra en sí no pretende obtener derechos sino aliviar déficits, mientras que en el segundo existiría el riesgo que eventualmente la autoridad otorgara derechos adicionales a los existentes, lo que desvirtúa el objetivo. En un área de restricción, la resolución que autoriza el proyecto debiera considerar una adecuada área de protección, no sólo en torno a las captaciones sino en la zona de recarga también. Para ello se requeriría una modificación legal la que debiera establecerse formalmente; se trataría de cautelar los derechos que esta zona de recarga sustenta.

Este tipo de proyectos de beneficio común o de interés público podrán ser abordados por el Estado o, alternativamente, por los propios titulares de derechos de aguas necesariamente organizados en comunidades de aguas subterráneas, para los efectos de la gestión y financiamiento.

b) Optimizar la eficiencia de aprovechamiento

Como una opción de interés público, el Estado podría promover o impulsar el desarrollo de áreas o sectores con potencial de desarrollo, pero sin recursos suficientes (hídricos, económicos, técnicos), propiciando con ello un beneficio social para los potenciales beneficiarios.

A partir de esto, puede surgir la opción de incrementar el aprovechamiento colectivo de un acuífero, para lo que se tienen las siguientes posibilidades:

- Apoyar el desarrollo de proyectos de interés público que no tengan la posibilidad de contar con recursos “seguros”; por ejemplo, agua potable rural o emprendimientos en áreas económicamente deprimidas.
- Aprovechar el potencial hidrogeológico en quebradas menores.

En este caso la alternativa de recarga puede considerarse en casos como los siguientes:

- Quebradas o acuíferos menores afluentes a acuíferos restringidos.
- Acuíferos en quebradas menores sin disponibilidad remanente pero no limitados.

En forma similar el Estado jugaría un rol relevante, como agente inversor, proveyendo la infraestructura y los derechos derivados, dejando a los beneficiarios la responsabilidad de la gestión y operación del proyecto.

En estos casos no se visualiza establecer requisitos previos respecto de otros posibles usuarios que se ubiquen dentro del acuífero.

10.1.3.2 Aprovechamiento individual

En el caso de proyectos con fines particulares, que pueden ser desarrollados por uno o más interesados, el tratamiento es el convencional. Ya que los proyectos pretenden aprovechar el agua almacenada artificialmente en el acuífero, éstos y sus derechos se pueden solicitar en sectores acuíferos sin limitaciones o en áreas de restricción, según la conveniencia del interesado.

10.1.4 Sobre la naturaleza especial del derecho de aprovechamiento

La naturaleza particular de un proyecto de recarga artificial incorpora elementos que es necesario tener presente en la definición de los derechos de agua asociados. En particular las características de la ocurrencia de la recarga, en el sentido de mayor o menor variabilidad, por una parte, y de las características propias del acuífero receptor en términos de su capacidad de almacenamiento de la infiltración.

10.1.4.1 Consideraciones relativas a la naturaleza especial del derecho

Según las condiciones de la ocurrencia de la recarga y/o de las características del acuífero receptor, se plantea lo siguiente:

- La definición del monto del caudal de derechos asociado a recarga artificial no debe basarse en recargas promedio en cuencas de alta asimetría de recarga. Las obras deben tener la capacidad suficiente para captar volúmenes de recarga producidos en los eventos significativos pero de ocurrencia más esporádica; en consecuencia el volumen de recarga anual será altamente variable, lo que las características del derecho a otorgar deben recoger.
- En casos en que la asimetría sea baja resulta razonable que la cuantía del derecho se defina a partir de un volumen anual basado en el promedio.
- En relación con la localización de la captación respecto de la zona de recarga, es de suma importancia para el interesado el tiempo en que pueda mantener almacenado el volumen de agua infiltrado para su posterior uso. Así, es posible que los puntos de captación estén alejados de la zona de recarga.
- La extensión que ocupen la zona de recarga y de extracción puede ser de relevancia, en particular cuando la recarga es de carácter discontinua, siendo necesario establecer el área de protección considerando ambas zonas. Por ello sería recomendable contar con un área de protección para la zona de recarga, a partir de una modificación legal, adicionalmente a lo que el Código de Aguas establece para las captaciones.
- En definitiva, las especificaciones del derecho deben explicitar en cada caso las particularidades, para recoger la naturaleza especial y diferenciada de este tipo de derecho (artículo Nº 149, numeral 7, del Código de Aguas)

10.1.4.2 Ideas sobre el desarrollo de proyectos de recarga

Luego de revisar los elementos que el Código de Aguas define, que se han descrito, podría hacerse una similitud entre un proyecto de recarga artificial con el desarrollo de un embalse, considerando lo siguiente:

- Ambas contemplan obras para captar y acopiar las aguas; en un caso la obra de acopio la construye la mano del hombre en el otro la provee la naturaleza.
- En ambos casos se "genera" un recurso adicional al de condiciones naturales.
- En ambos la utilización de las aguas se realiza en la medida que éstas existan.

Sobre esta base parece razonable explorar alternativas legales para establecer instrumentos o mecanismos que permitan promover el desarrollo de proyectos de recarga artificial de interés público; ya sea a través de instrumentos existentes o bien la creación de éstos a través de modificaciones legales.

Aquí se habla de proyectos que cumplan con requisitos básicos de carácter técnico y que hagan atractiva una inversión pública; es decir, proyectos donde exista una capacidad importante de almacenamiento y retención y una oferta hídrica suficiente. Para estos casos parece razonable la búsqueda de un mecanismo legal que permita su desarrollo, similar a la Ley 1.123 para el desarrollo de obras de riego, aunque en este caso la inversión del Estado en proyectos de recarga no sería sólo con fines de riego.

En lo esencial estos mecanismos apuntarían a lo siguiente:

- El Estado aporta con su capacidad técnica y de financiamiento.
- Los usuarios o beneficiarios de aguas subterráneas se organizan legalmente en comunidades, para asegurar el funcionamiento de las obras.
- Los beneficiarios asumen la obligación de cofinanciar la construcción de las obras y asumen la operación y mantenimiento de ellas en un cierto plazo.

En lo sustantivo, el Estado (DOH, CNR) desarrolla el proyecto de recarga artificial que es sometido a la consideración de los potenciales beneficiarios.

Contando con la aprobación de un porcentaje mayoritario de ellos, se desarrolla el proyecto definitivo, de acuerdo con los requisitos del Código de Aguas, presentándolo a la DGA para obtener su aprobación a través de una resolución que lo establece.

El proyecto se construye una vez suscritos los compromisos legales correspondientes que aseguren el cofinanciamiento previamente acordado.

Una vez construidas las obras y cumplido el plazo de operación provisional en manos del Estado (dos años máximo), el traspaso a los beneficiarios se materializa, no obstante que los usuarios podrían pedir que se adelante ese traspaso.

10.2 Conclusiones del Focus Group

Con fecha 21 de Enero de 2014 se realizó un Focus Group sobre Recarga Artificial de Acuíferos, en el Salón de Reuniones del Hotel RQ Santiago Suites, ubicado en Alameda Bernardo O'Higgins 1449 local 11, Santiago, como parte del estudio "Diagnóstico Zonas de Recarga Cuencas Secano Maule", actualmente en ejecución por GCF Ingenieros Ltda., para la Comisión Nacional de Riego.

Se planificó el evento para un total de 30 invitados, y en la práctica los participantes fueron 28. En el Anexo 18 se presenta el programa, lista de invitados y registro fotográfico de la actividad.

El objetivo de esta actividad fue discutir entre profesionales, tanto del sector público como privado, del área de los recursos hídricos, sobre algunos aspectos relevantes de la recarga artificial de acuíferos en Chile.

En la primera parte del Focus Group, se presentaron los temas que serían tratados en el trabajo grupal a desarrollar en la segunda parte.

Los participantes fueron separados en cuatro grupos de trabajo, y dentro de cada grupo se discutió sobre un tema específico previamente asignado.

La conformación de los grupos y el tema tratado en cada uno de ellos son los siguientes:

Grupo 1: Factibilidad Técnica y Económica de Proyectos de Recarga Artificial en Chile.

Integrado por:	Marcial González S.	CNR
	Karen Canales Z.	DOH
	Nancy Cepeda R.	SISS
	Fernando Peralta T.	Consultor
	Guillermo Cabrera F.	Consultor – Moderador

Grupo 2: Legalidad para el Desarrollo de Proyectos de Recarga Artificial en Chile y Limitaciones.

Integrado por:	Dalia Chiu S.	SISS
	Guillermo Madariaga M.	DGA
	Gonzalo Arévalo C.	Consultor

Basilio Espíldora C.	Consultor
Félix Pérez S.	Consultor
Carlos Salazar M.	Consultor – Moderador

Grupo 3: Micro y Miniembalses versus Recarga Artificial de Acuíferos.

Integrado por:	
Manuel Silva G.	CNR
César Navarrete U.	CNR
Francisco Bastidas F.	CNR
Wilhelm Gruss U.	CNR
Juan Atán D.	DGA
Margarita Allende V.	MIDESO
Ernesto Brown F.	Consultor
Paula Contreras T.	Consultor
Sergio Matus G.	Consultor - Moderador

Grupo 4: Importancia de los Proyectos Piloto de Recarga Artificial de Acuíferos.

Integrado por:	
Manuel Jara G.	CNR
Tania Fernández R.	CNR
Guillermo Piñones A.	CNR
Alberto Manzanares F.	CNR
José Luis Fuentes V.	SCM
Cristian Ortiz A.	Consultor
Gastón Sagredo T.	Consultor
Leonardo Pizarro F.	CNR - Moderador

Las conclusiones de cada grupo de trabajo fueron las siguientes:

A. Factibilidad Técnica y Económica de Proyectos de Recarga Artificial en Chile

A.1 La recarga artificial es un complemento a la recarga natural y existe en todas las cuencas en que se desenvuelve el hombre.
Su forma más representativa proviene de las prácticas del riego
Su consecuencia histórica ha sido la de aportar al equilibrio hídrico de los acuíferos que la reciben.

A.2 De una forma simplista se puede establecer que las condiciones técnicas que deben tenerse para hacer factible un proyecto de recarga artificial son:

- Tener suficiente agua para efectuar la recarga artificial
- Tener un acuífero con una capacidad disponible para recibir el agua de recarga

- Disponer de un medio con una permeabilidad alta para producir recarga a través de él (si es superficial) y para extraer luego el agua infiltrada (mediante pozos de bombeo).

A.3 Proyectos privados versus proyectos estatales.
Los proyectos privados son preferibles, ya que el o los agricultores poseen la tierra, poseen el agua para infiltrar con sus respectivos derechos y están asentados sobre el acuífero a ser recargado y posteriormente explotado.
Los proyectos estatales en cambio, no disponen directamente de terrenos para implementar el proyecto de recarga (salvo terrenos de Bienes Nacionales que son escasos y no se ubican en lugares que sirvan), posee derechos eventuales como Reserva Fiscal en algunos de los ríos de importancia (no en los que podría interesar), aunque mejorar los acuíferos que pudieran recargarse ayudaría a más agricultores que en el caso de proyectos de privados.
Se agrega a lo anterior que el beneficio directo de un proyecto de privados va a ellos mismos, mientras que el de un proyecto estatal no estaría bien definido, ya que el dueño del proyecto es el Estado y el usuario son los privados, ante lo cual la legislación vigente presenta un serio vacío.
Esto lleva a la conclusión que debería potenciarse iniciativas de proyectos de recarga artificial de privados.

A.4 Los requerimientos de calidad para las aguas de recarga, que imponen condiciones similares a las de la napa en el caso de aguas naturales y los requisitos establecidos en el DS46 de 2002 para aguas tratadas, que varían dependiendo de la vulnerabilidad del acuífero, se estiman razonables, considerando que el suelo en sí actúa como filtro y va depurando el agua que escurre por él.

A.5 En nuestro país en los últimos años la DGA ha declarado como áreas de restricción a la mayoría de las cuencas, siguiendo un criterio en el cual los volúmenes de extracción sustentables se calculan a partir de balances hídricos, en los cuales se trata de preservar la condición de las napas, equilibrando oferta de aguas con demandas, hasta aceptar una disminución del 5% del volumen almacenado en el embalse subterráneo en 50 años. Este criterio es extremadamente conservador y ante ello los embalses subterráneos mantendrían volúmenes inútiles acumulados, en circunstancias que de establecer exigencias menores (20% o hasta 50%), se podrían aprovechar de mejor forma las aguas subterráneas y no se limitarían los proyectos de desarrollo, especialmente en el ámbito de la agricultura de riego.
Si las restricciones de este tipo pudieran levantarse, se debería incentivar la constitución de derechos provisionales de aguas subterráneas para así producir descensos de niveles importantes y propiciar el desarrollo de proyectos de recarga artificial de acuíferos con los excedentes superficiales de invierno.
Esos proyectos de recarga a su vez darían origen a nuevos derechos provisionales que aportarían a respaldar proyectos de desarrollo agrícola.

Las consecuencias de implementar una política de desarrollo de cuencas como esta estarían reguladas por los instrumentos actuales de la legislación, debiendo la Autoridad ser muy celosa de controlar que se cumplan y de aplicar la supresión de derechos si no se preserva este equilibrio hídrico algo inestable.
Así, se tendría un sistema acuífero que definitivamente aporte al desarrollo con las aguas que provea, alentado aún más con los proyectos de recarga artificial que se materialicen en la cuenca o subcuenca a la que pertenece.

A.6 Si las aguas usadas en recargar la napa tienen su origen en un derecho de carácter consuntivo y de ejercicio permanente y continuo, se estima que corresponde que los volúmenes de agua de ese derecho usados en la recarga, se puedan extraer desde la napa con el mismo carácter y en los mismos volúmenes, mientras el proyecto de recarga artificial opere.
Reducir el volumen a extraer respecto a lo recargado no resulta justo.

B. Legalidad para el Desarrollo de Proyectos de Recarga Artificial en Chile y Limitaciones

B.1 En el caso de un derecho otorgado con cargo a recarga artificial que no es utilizado, le son aplicables las disposiciones vigentes relacionadas con las patentes por no uso, siendo también aplicables las presunciones de uso que establece la ley.

B.2 En la actualidad se requiere presentar en forma separada y secuencial la solicitud de aprobación de proyecto de obras de recarga y la solicitud de derecho de aprovechamiento asociada; se estima conveniente y necesario que se integre en una sola solicitud para evitar la duplicación de tramitación.

B.3 La recarga en zona de prohibición tiene como propósito principal el mejoramiento de las condiciones del acuífero, siendo su objetivo de carácter público más que privado, por lo anterior el rol del Estado es fundamental en este caso.

B.4 El desarrollo de proyectos de recarga artificial implica la coexistencia de derechos de distinta naturaleza por lo que se estima que debe estar acompañado con un mayor desarrollo de capacidades de gestión integrada tanto de actores privados y públicos. El rol del Estado es importante en el impulso y promoción de estas capacidades para lograr un adecuado funcionamiento dado el marco jurídico vigente en relación al recurso hídrico.

B.5 El derecho provisional otorgado con cargo a recarga artificial supone la incorporación de un volumen de agua adicional o “nuevo” que coexiste en el mismo acuífero. Este hecho hace que sea necesario tratarlo en forma diferente al momento de establecer reducción temporal del ejercicio.

Este hecho hace que debiera existir una consideración distinta en la forma de incorporarse a las comunidades de aguas subterráneas, cuestión que parece conveniente establecerla formalmente.

B.6 Si un proyecto de recarga artificial involucra modificación de cauce o incluye obras que caben dentro del Art. Nº294, será necesario obtener las autorizaciones correspondientes. Se estima necesario que sea unificado en una sola solicitud todos los permisos para evitar tramitación excesiva y el mayor tiempo que le implica al solicitante.

B.7 La eventual interferencia física de obras asociadas a recarga parece no estar explícitamente resuelta formalmente por lo que puede resultar una fuente de potencial conflicto e incertidumbre para los interesados en desarrollar estas obras.

B.8 Las aguas del minero no tendrían restricción para ser utilizadas en recarga artificial, sin embargo es un tema abierto al debate.

B.9 Se ve la necesidad de replicar o mantener un mecanismo o instancia de debate o análisis de este tema de carácter multidisciplinario.

C. Micro y Miniembalses versus Recarga Artificial de Acuíferos

C.1 Falta un diagnóstico previo de cuál es la situación actual en cuanto a necesidades de cada área específica, dentro de las cuales se incluye el secano de la Región del Maule.

C.2 En la condición actual, la incertidumbre por falta de información y por no disponer de un marco legal adecuado dificulta la toma de decisiones respecto a “qué tipo de proyectos” y “en qué sectores” deben promoverse.

C.3 Los proyectos de micro y miniembalses y los de recarga artificial, pueden ser complementarios, debe abordarse este tema como parte de un enfoque integral de gestión de recursos hídricos.

C.4 La recarga artificial permite una regulación multianual mientras que los mini o microembalses dan una solución de corto plazo y son muy vulnerables a la condición hidrológica.

C.5 Es importante definir dónde se pretende hacer recarga artificial, la que sería más recomendable en los grandes valles y no en pequeñas quebradas con acuíferos pequeños, como las del secano del Maule.

C.6 No debe olvidarse la necesidad de organizar y capacitar a los usuarios de las obras de recarga artificial, para que puedan operar y mantener adecuadamente estos sistemas, que serán, en general, algo nuevo para ellos.

D. Importancia de los Proyectos Piloto de Recarga Artificial de Acuíferos

D.1 Se revisó los principales antecedentes de los tres proyectos piloto en ejecución: Proyecto Aconcagua-DOH, Proyecto Maipo-SCM y Proyecto La Ligua-CNR. Se comentó respecto a los niveles de la napa en cada uno de ellos y su variación en distintos períodos y estaciones, además de otros aspectos como la fuente del agua para la recarga, la disponibilidad del recurso, etc. Se revisó los distintos métodos de recarga y cuáles fueron aplicados en cada caso.

D.2 Se estima que el tema de la calidad del agua y su control periódico, antes y después de la implementación del proyecto piloto, es un punto muy relevante. Se debiera por lo tanto, definir la línea base de calidad y realizar un monitoreo posterior en el tiempo. No hay antecedentes de cuán restrictivo será el reglamento en trámite en lo referente a la calidad del agua de recarga respecto a la del acuífero.

D.3 Se recomienda aumentar el período de monitoreo considerado para los Proyectos Pilotos de Recarga, de 7 meses a 2 o 3 años de forma de poder tener más de un dato para un mismo período o temporada del año. Considerar períodos de infiltración más largos permitiría visualizar si hay cambios en la calidad del agua, hacia dónde y cómo se mueven las aguas subterráneas, como varían los niveles freáticos en periodos más extensos, obtener resultados para distintas condiciones hidrológicas. La idea de los proyectos pilotos en este sentido es realizar investigación además de aprender respecto de la forma en que produce la recarga artificial de acuíferos.

D.4 El tamaño de los proyectos pilotos en Chile, en el caso de las balsas de infiltración, es menor a lo observado en otros países, donde muchas veces se realizan proyectos a escala industrial, esto se explica por las diferencias en las condiciones observadas en cada caso. Se estima que el tamaño de la obra piloto no es tan relevante, como otras variables a determinar, como la tasa de infiltración de las aguas. Se hizo mención a que los sistemas de monitoreo en los casos comentados de experiencias en el extranjero son bastante mayores y se mantienen en el tiempo considerando incluso períodos de 10 a 20 años.

D.5 Respecto a la disposición de los beneficiarios y de las Juntas de Vigilancia, en general es positiva para llevar adelante estos proyectos, pero lamentablemente los proyectos piloto se han iniciado en un periodo donde hay escasez de agua realizar adecuadamente las pruebas de infiltración. En cuanto a agruparse y formar comunidades de aguas subterráneas, el interés no es el mismo, debido a que existen muchos pozos piratas y el control o monitoreo de alguna forma vendría a frenar esta situación.

D.6 Se requiere aumentar el periodo destinado a la fase inicial de los proyectos piloto, que corresponde a la elección de los sitios. De esta forma, se podría

determinar cuáles son los sitios públicos o privados, con condiciones hidrogeológicas y disponibilidad de agua para la implementación de este tipo de proyectos, y elegir el o los más adecuados.
Respecto a los convenios con los agricultores que disponen de sitios y terrenos para el desarrollo de estos proyectos pilotos, se recomienda considerarlos como colaboradores del proyecto y ser más flexibles respecto a las obligaciones que ellos puedan tener con el proyecto. Si bien existen beneficios para los agricultores pues se quedan con la obra y la instrumentación, son ellos quienes disponen de los terrenos y las aguas para llevar a cabo estos proyectos.

D.7 Se requiere definir qué pasa con la administración de las obras piloto una vez que se concluye la fase de operación asociada al trabajo del consultor. ¿Considerando que las obras disponen de instrumentación, qué pasará con el monitoreo?, sería conveniente prolongarlo aunque no fuese con la misma frecuencia, de forma de disponer de más información respecto al funcionamiento de las obras en el mediano plazo. Existen dudas con respecto a quién será el encargado de llevar a cabo este proceso luego de que el consultor termina el estudio, la CNR, la DOH.

D.8 Finalmente y uno de los puntos más importantes es que este tipo de iniciativas y proyectos tienen sentido en la medida que se comuniquen y se haga difusión de su existencia. En este sentido son de gran relevancia los carteles que indican el tipo de obra, así como difusión y comunicación a través de los distintos medios existentes para ello. En esta misma línea, la idea es poder incluir en estos proyectos piloto un ciclo de charlas y visitas de colegios / universidades / CFT, etc., que de alguna forma permitan traspasar y comunicar este tipo de iniciativas a la comunidad en general.

Se puede señalar, como corolario, que se cumplió el objetivo de la actividad, ya que la discusión en grupos de trabajo de los diferentes temas, permitió complementar los puntos de vista que cada uno tenía previamente al desarrollo de la actividad y abordar los proyectos de recarga con una mirada más integral respecto de las variables que deben considerarse al momento de desarrollar proyectos de recarga artificial de acuíferos.

11 EVALUACIÓN AMBIENTAL

Se realizó el análisis ambiental de los sectores de proyecto, lo que permitió caracterizar o definir la línea base de los siguientes componentes:

- Flora y Vegetación Terrestre.
- Fauna Terrestre.
- Flora y Fauna Acuática.

El área del estudio ambiental corresponde a las áreas de influencia de los diez sectores de proyecto. Como estrategia general de la recopilación de la información se realizó una revisión bibliográfica y una campaña de terreno.

Considerando la extensión de los antecedentes señalados, se ha determinado presentarlos completos en el Anexo 19 “Análisis Ambiental”, incluyéndose en este informe sólo los temas principales asociados a cada componente.

11.1 Descripción de las Obras

Se ha definido un área de influencia y longitud de canal de aducción para cada uno de los 10 proyectos:

- El Valle con 67 ha de área de influencia y 4,2 km de canal.
- El Purapel Bajo con 199,1 ha de área de influencia y 2,5 km de canal.
- Pelluhue con 22,7 ha de área de influencia y 0,5 km de canal.
- Rahue con 53,8 ha de área de influencia y 2,5 km de canal.
- Chanco con 26,6 ha de área de influencia y 1,9 km de canal.
- Reloca con 14,7 ha de área de influencia y 2,8 km de canal.
- Huenchullamí 1 con 7,6 ha de área de influencia y 0,9 km de canal.
- Huenchullamí 2 con 40,2 ha de área de influencia y 1,6 km de canal.
- Huenchullamí 3 con 49,1 ha de área de influencia y 1 km de canal.
- Los Cuervos con 85,4 ha de área de influencia y 4,4 km de canal.

En las siguientes 10 Figuras se visualizan las distribuciones espaciales de los polígonos de cada uno de los 10 proyectos de recarga por infiltración, en sus configuraciones originales, que luego tuvieron modificaciones menores en cuanto a disposición de algunas obras. Las configuraciones definitivas se presentan en los planos de proyecto.

Figura 11.1-1
Área de estudio Proyecto El Valle.



Figura 11.1-2
Área de estudio Proyecto Purapel Bajo.

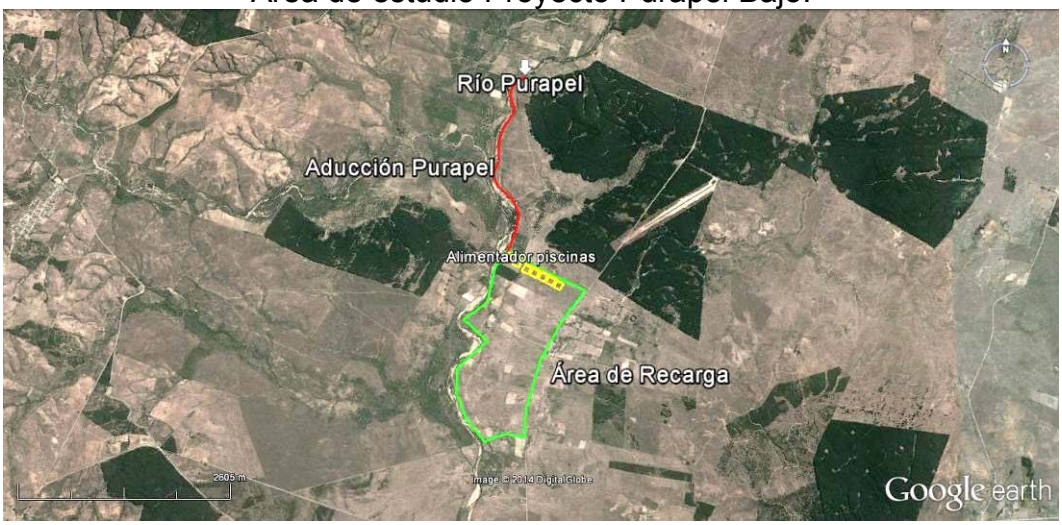


Figura 11.1-3
Área de estudio Proyecto Pelluhue.

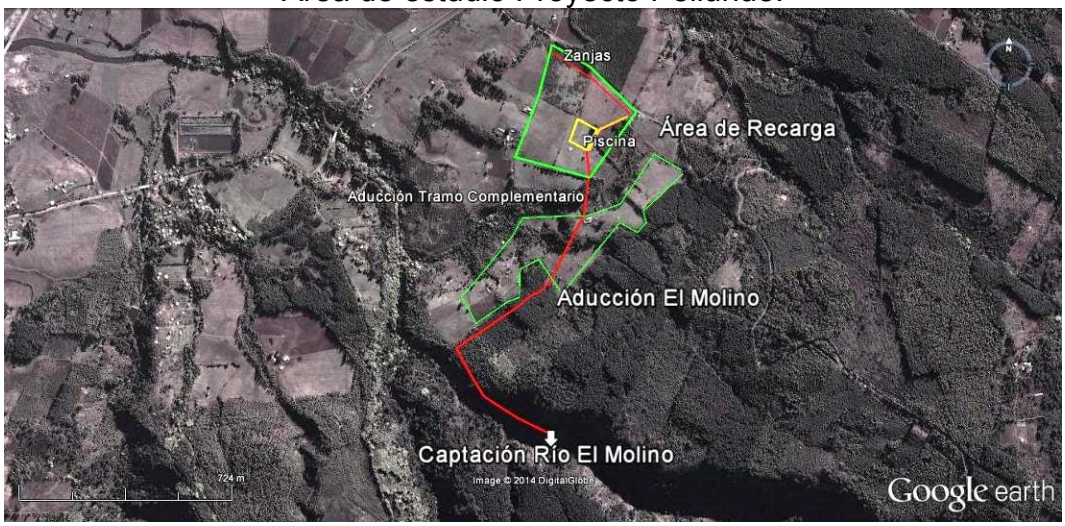


Figura 11.1-4
Área de estudio Proyecto Rahue.

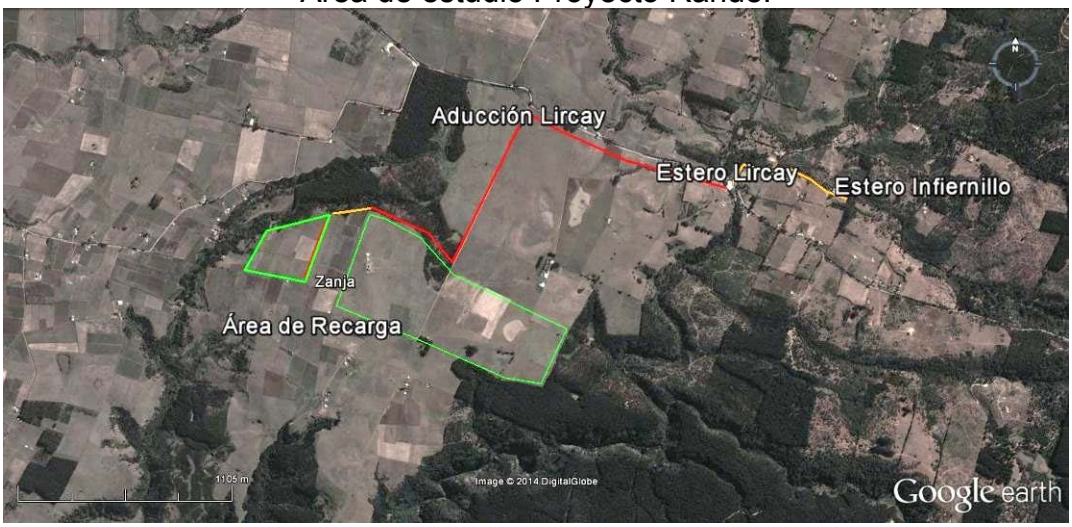


Figura 11.1-5
Área de estudio Proyecto Chanco.



Figura 11.1-6
Área de estudio Proyecto Reloca.

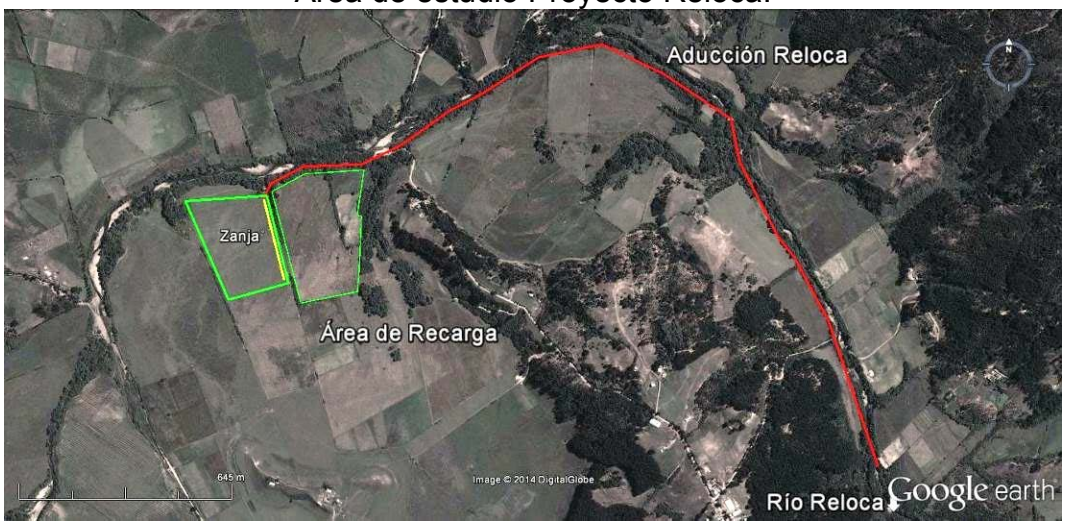


Figura 11.1-7
Área de estudio Proyecto Huenchullamí 1.



Figura 11.1-8
Área de estudio Proyecto Huenchullamí 2.



Figura 11.1-9
Área de estudio Proyecto Huenchullamí 3.

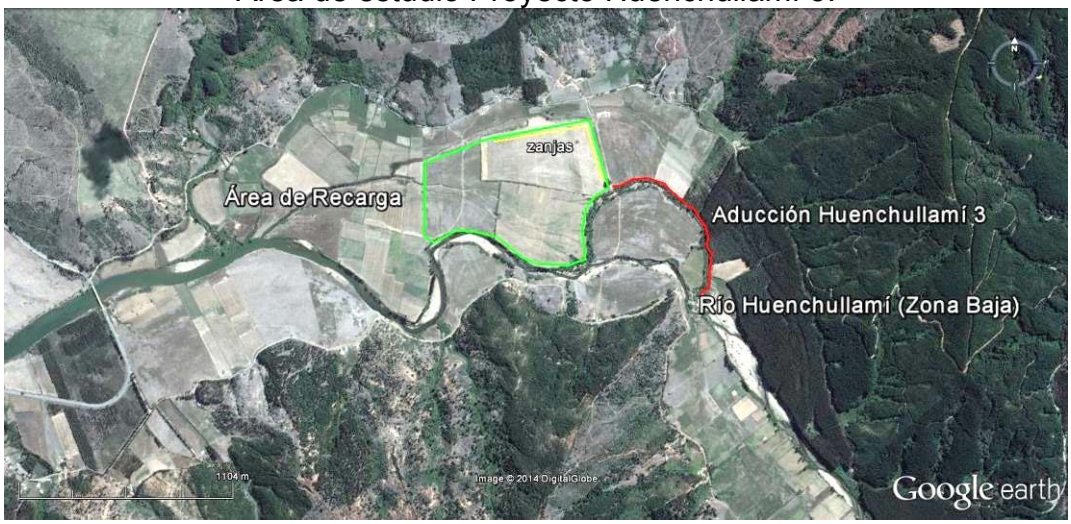


Figura 11.1-10
Área de estudio Proyecto Los Cuervos.



11.2 Línea de Base

11.2.1 Flora y Vegetación Terrestre

Objetivo general

- Caracterizar el componente Flora y Vegetación Terrestre presente en el área de estudio del proyecto.

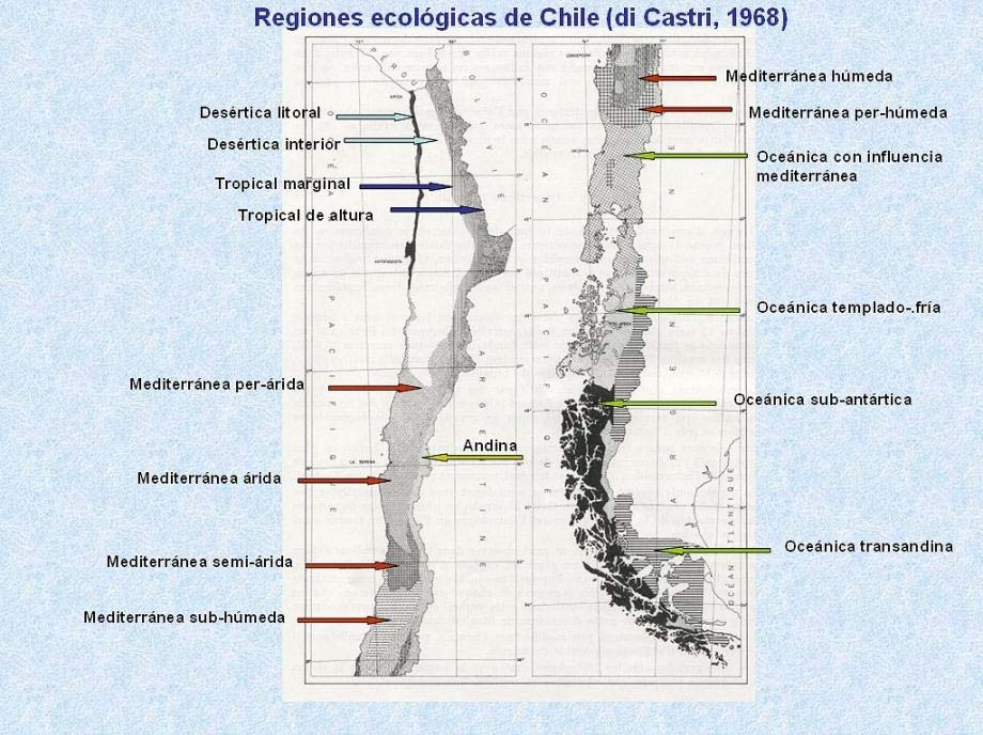
Objetivos específicos

- Determinar la riqueza y abundancia de la flora presente en el área de estudio del Proyecto.
- Evaluar la distribución de la vegetación existente en el área de estudio del Proyecto.
- Determinar la presencia de especies de flora en categoría de conservación de acuerdo a la legislación vigente en el país.
- Determinar el grado de endemismo de la flora presente en el área de estudio del Proyecto.
- Verificar la presencia de formaciones xerofíticas en el área de estudio del Proyecto.

La clasificación biogeográfica de América Latina elaborada por Cabrera y Willink (1973) sitúa al área en evaluación dentro de la Región Neotropical, inserta en el Dominio Andino-Patagónico.

Por otro lado Di Castri, 1968, realiza una clasificación de regiones ecológicas que corresponden a unidades biogeográficas que poseen ciertas características climáticas y biológicas, describiendo un total de 15 regiones ecológicas, que responden a diversas características ordenadas dentro de las tendencias climáticas desértica, tropical, mediterránea, oceánica, continental y polar, basándose en una serie de criterios, que incluyeron aspectos del ambiente físico y biológico (Figura 11.2.1-1). Según este criterio, los proyectos se ubican en la transición de la región semi-árida, principalmente en la región mediterránea sub-húmeda.

Figura 11.2.1-1.
Ecorregiones según Di Castri (1968).



A nivel nacional y de acuerdo a Gajardo (1994) los Proyectos de recargas se emplazan en las siguientes formaciones:

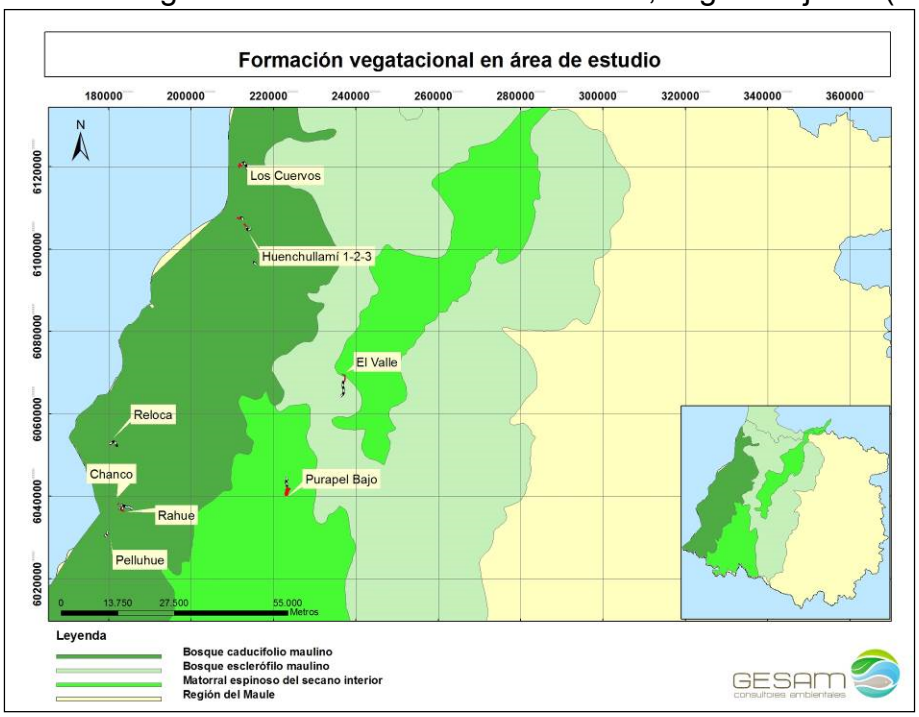
- **Proyecto Huenchullamí 1-2-3, Los cuervos, Reloca, Chanco, Rahue y Pelluhue:** Región del Bosque Caducifolio, Sub-Región Bosque Caducifolio Montano, Formación Vegetacional del Bosque Caducifolio Maulino.

- **Proyecto Purapel Bajo y El Valle (fracción):** Región del Matorral y del Bosque esclerófilo, Sub-Región del Matorral y Bosque Espinoso, Formación Vegetacional Matorral Espinoso del Secano Interior.

- **Proyecto El Valle (fracción):** Región del Matorral y del Bosque esclerófilo, Sub-Región Bosque Lauri-Esclerófilo y Formación Vegetacional Bosque Esclerófilo Maulino.

En la Figura 11.2.1-2 se presenta las formaciones vegetacionales del Bosque Caducifolio Maulino, Matorral Espinoso del Secano Interior, Bosque Esclerófilo Maulino y su relación con el área de estudio.

Figura 11.2.1-2
Formaciones vegetacionales en el área de estudio, según Gajardo (1994).



Según Pliscoff (2006) el área de estudio de los Proyecto de recargas se inserta en los Pisos Vegetacionales que a continuación se describen:

- **Proyecto Huenchullamí 1-2-3, Los cuervos, Reloca, Chanco, Rahue (fracción) y Pelluhue:** se emplazan en el Piso Vegetacional "Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica* y *Azara integrifolia*" que corresponde a una unidad de vegetación boscosa esclerófila en que la estrata arbórea está dominada por *Lithrea caustica*, *Cryptocarya alba* y *Azara integrifolia*, mostrando un carácter oceánico y presencia de elementos del bosque caducifolio maulino. La vegetación azonal se compone de bosques de Mirtáceas con presencia de *Crinodendron patagua*, asociados a zonas pantanosas y cursos de agua. El conjunto de la unidad se encuentra fuertemente fragmentada siendo en algunos lugares reemplazada por una comunidad de plantas ruderales de *Teline monspessulanus-Sarothamnus scoparius*, ambas introducidas en Chile y de *Tessaria absinthioides-Baccharis pingraea* en algunos cursos de agua. En términos de la dinámica de la vegetación, el bosque esclerófilo ha sido muy degradado a matorral arborescente en gran parte de su extensión, a pesar de ello en sitios menos perturbados, alcanza una fisonomía de bosque. Ha sido intensamente sustituida por extensas áreas con plantaciones de la exótica *Pinus radiata*. Finalmente, esta unidad constituye, en términos de sucesión de vegetación a los matorrales secundarios de sustitución del Bosque caducifolio de

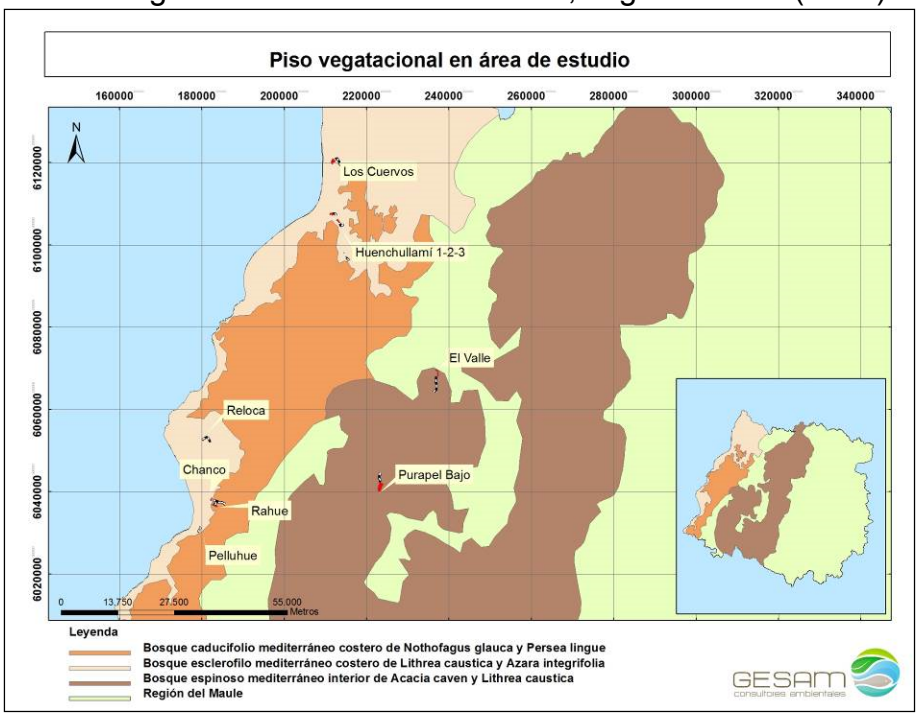
Nothofagus glauca y *Persea lingue.* Este piso se distribuye en laderas occidentales bajas de la cordillera de la Costa de la región del Libertador Bernardo O'Higgins y sur de la del Maule, entre los 0 y 800 msnm.

- **Proyecto Rahue (fracción):** se ubica en el Piso Vegetacional "Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus glauca* y *Persea lingue"* que corresponde a un bosque caducifolio dominado por *Nothofagus glauca*, *Nothofagus obliqua*, *Genuina avellana* y *Persea lingue*, con *Pernettya insana*, *Ugni molinae* y *Escallonia pulverulenta* como diferenciales de la estrata arbustiva, con presencia importante de trepadoras como *Bomarea salsilla*, *Lardizabala biternata* y *Lapageria rosea*. Localmente es posible encontrar bosques donde *Nothofagus alessandrii* comparte la dominancia del dosel superior con *Nothofagus glauca*. También se encuentra penetrado y, a veces, completamente sustituido por elementos esclerófilos, en el marco de un paisaje donde las plantaciones de *Pinus radiata* son dominantes. La degradación por tala y quema del dosel arbóreo favorece la colonización de elementos del bosque esclerófilo que sustituyen a los bosques caducifolios. Perturbaciones antrópicas más severas, como cosecha de plantaciones de *Pinus radiata* o quema total de la vegetación, permiten la colonización de matorrales dominados por *Teline monspessulana* que impiden la regeneración del bosque original. Este piso se distribuye en laderas occidentales de la Cordillera de la Costa de la Región del Maule y norte de la de Biobío entre los 200 y 700 msnm.

- **Proyecto Purapel Bajo y El Valle (fracción):** se inserta en el Piso Vegetacional de "Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithrea caustica"* que corresponde a un Matorral espinoso arborescente típicamente dominado por *Acacia caven* y *Lithrea caustica* en el dosel superior. Presenta una cobertura variable pudiendo llegar a constituir, en situaciones favorables, doseles cerrados, bajo los que se desarrolla una pradera muy diversificada y compuesta por una combinación de plantas nativas e introducidas. En su composición florística incluye *Acacia caven, Agrostis tenuis, Avena barbata, Baccharis linearis, Briza minor, Bromas berterianus, B. hordeaceus, Cestrum parqui, Gochnatia fololiosa, Jubaea chilensis, Lithrea caustica, Medicago hispida, Muehlembeckia hastulata, Maytebus boaria, Peumus boldus, Plantago hispidula, Podhantus mitiqui, Proustia cuneifolia, Quillaja saponaria, Solanum ligustrinum, Trevoa trinervis* y *Vulpia myuros.* Se distribuye en Planicies aluviales de la depresión intermedia de la región del Libertador Bernardo O'Higgins y la del Maule, entre los 100 y 900 msnm.

En la siguiente Figura se presenta los pisos vegetacionales Bosque esclerófilo mediterráneo costero de *Lithrea caustica* y *Azara integrifolia,* Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus glauca* y *Persea lingue,* Bosque espinoso mediterráneo interior de *Acacia caven* y *Lithrea caustica* y su relación con el área de estudio.

Figura 11.2.1-3
Pisos Vegetacionales en área estudio, según Pliscoff (2006).



11.2.2 Fauna Terrestre

Objetivo General

- Se plantea como objetivo general el realizar una caracterización de la fauna vertebrada terrestre en el área influencia del proyecto.

Objetivos Específicos

- Caracterizar cuantitativamente y cualitativamente la fauna en el área del proyecto.
- Determinar las abundancias relativas de las especies en cada sector del proyecto.
- Determinar la categoría de conservación de las especies presentes en el área de estudio.
- Identificar, si existieran, sitios singulares para la fauna vertebrada terrestre en el área del proyecto.

La región del Maule se encuentra en una zona de transición entre los biomas del bosque Templado lluvioso Valdiviano y del Matorral Esclerófilo Chileno (CONAMA 2002). Esta característica es biogeográficamente relevante ya que la región representa el límite septentrional de muchas especies en categoría de conservación propias de los bosques del sur de Chile, como lo son el Carpintero negro (*Campephilus magellanicus*) o el Monito del monte (*Dromiciops gliroides*).

Los puntos de muestreo consideran los 10 proyectos evaluados (Figura 11.2.2-1). Cada proyecto contempla una zona de aducción en donde se captará el agua, una tubería de aducción que dirige el agua a una zona de infiltración, además de un área de recarga. En la Tabla 11.2.2-1 se entrega una tabla con las coordenadas referenciales de las obras de cada proyecto.

Tabla 11.2.2-1
Sitios de muestreos fauna vertebrada terrestre.

Proyecto	Obra	UTM E (m)	UTM N (m)	Altura (m)
Pelluhue	Aducción	721.487	6.033.248	85
	Área de Recarga	721.644	6.033.924	66
	Tubería	721.219	6.033.455	66
Chanco	Aducción	728.165	6.039.520	195
	Área de Recarga	724.826	6.040.991	139
	Tubería	726.250	6.040.348	195
Rahue	Aducción	727.074	6.039.966	156
	Área de Recarga	725.557	6.039.409	185
	Tubería	725.846	6.039.985	184
Reloca	Aducción	725.408	6.054.704	22
	Área de Recarga	723.716	6.055.596	14
	Tubería	724.423	6.055.450	28
Los Cuervos	Aducción	762.116	6.119.198	20
	Área de Recarga	759.266	6.121.262	16
	Tubería	760.490	6.121.703	28
El Valle	Aducción	236.251	6.064.276	116
	Área de Recarga	237.292	6.068.693	51
	Tubería	236.783	6.066.856	74
Purapel bajo	Aducción	766.179	6.044.821	137
	Área de Recarga	765.838	6.041.384	137
	Tubería	765.804	6.043.458	133
Huenchullamí 1	Aducción	762.134	6.096.721	35
	Área de Recarga 1	761.553	6.097.200	25
	Tubería	761.367	6.097.377	26

Fuente: Levantamiento de terreno. Datum WGS84. Huso 18S.

Tabla 11.2.2-1 (Continuación)
Sitios de muestreos fauna vertebrada terrestre.

Proyecto	Obra	UTM E	UTM S	Altura (m)
Huenchullamí 2	Aducción	760.771	6.105.956	33
	Área de Recarga 1	759.702	6.106.705	15
	Tubería	760.064	6.105.830	22
Huenchullamí 3	Aducción	759.107	6.107.969	12
	Área de Recarga 1	758.101	6.108.573	12
	Tubería	759.016	6.108.461	12

Fuente: Levantamiento de terreno. Datum WGS84. Huso 18S.

Figura 11.2.2-1.
Ubicación de proyectos.



A partir del levantamiento de terreno, se registró un total de 57 especies de vertebrados. De ellas la mayoría son aves, con 48 especies correspondientes al 84,2% del total de especies registradas. A este grupo le sigue en riqueza de específica la clase Reptilia, con 5 especies correspondientes al 8,8% de la riqueza total. En el caso de los anfibios fueron registradas 3 especies correspondientes al 5,3% y para los mamíferos se encontró solo una especie, correspondiente al 1,8% del total.

Tabla 11.2.2-2.
Riqueza de especies por proyecto

Proyecto	Riqueza de especies	Especies en categoría de conservación					Especies en categoría
		LC	NT	VU	EN	R	
Reloca	33	1	0	4	0	0	5
Los Cuervos	20	1	0	2	0	1	4
Rahue	15	1	1	1	0	0	3
Chanco	12	1	1	1	0	0	3
Huenchullami3	11	0	1	2	0	0	3
El Valle	19	1	0	1	0	0	2
Purapel Bajo	17	0	0	1	0	1	2
Pelluhue	14	0	0	0	1	0	1
Huenchullamí 1	18	1	0	0	0	0	1
Huenchullamí 2	10	0	0	0	1	0	1

Fuente: Elaboración propia

11.2.2.1 Proyecto Pelluhue

El área en la cual está ubicada la aducción del proyecto Pelluhue corresponde a un río el cual al momento de la caracterización biótica presentó aguas relativamente turbias (Foto 11.2.2.1.1). La vegetación en el área se mostró abundante generando un bosque denso de especies tanto nativas como exóticas. En este hábitat se registró al Churrín del norte (*Scytalopus fuscus*), especie propia de estos ambientes boscosos. En la zona también se observó un individuo de Torcaza (*Patagioenas araucana*), especie catalogada como en peligro de extinción según la ley de caza y que se encuentra en categoría vulnerable en el Reglamento de Clasificación de Especies.

No obstante, a pesar de la abundante cobertura vegetal y la escasa intervención del área, no se registraron anfibios, y la riqueza de especies para el total de las clases fue relativamente baja.

El área de recarga, al igual que el área de la tubería, es una zona de alta heterogeneidad espacial, en la cual existen plantaciones forestales exóticas, pequeños bosquetes de especies nativas y praderas. Se registró en ésta área especies más bien generalistas como la Diuca (*Diuca diuca*), Tordo (*Curaeus curaeus*) y Zorzal (*Turdus falcklandii*).

En este proyecto no se registraron individuos de reptiles ni mamíferos.

Foto 11.2.2.1-1
Zona de Aducción, proyecto Pelluhue.



11.2.2.2 Proyecto Chanco

El área en la cual se ubicará la aducción del proyecto Chanco corresponde a un estero de bajo caudal y abundante vegetación cerca de la ribera, aunque a escasos metros del río esta vegetación da paso a un área donde las casas y agricultura dominan el paisaje.

En cuanto a las aves, se registraron principalmente especies propias de praderas y espacios abiertos como la Tenca (*Mimus thenca*) o el Jilguero (*Sporagra barbata*). Sin embargo, cerca de la vegetación ribereña se registró la presencia del Churrín del norte (*Scytalopus fuscus*).

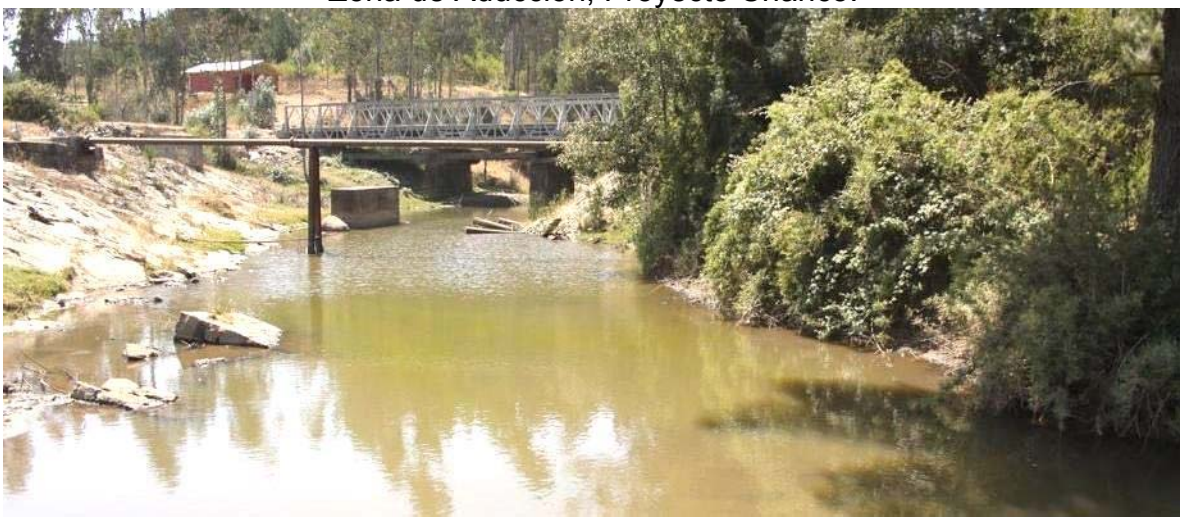
En este río se generan sectores de mayor profundidad y escasa corriente (Foto 11.2.2.2-1), en los cuales se observaron larvas de sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*) y la Rana Grande (*Calyptocephalella gayi*), una especie endémica en la categoría de Vulnerable de acuerdo al RCE.

Con respecto a los reptiles, un individuo juvenil de Lagartija de Schröder (*Liolaemus schroederi*) fue observado cerca de la zona de aducción. No se detectaron mamíferos.

El área de recarga es un sector principalmente agrícola en donde se registraron especies propias de estos ambientes, ninguna de las cuales se encuentra en categoría de conservación.

El área de la tubería, es altamente heterogénea, abarcando parte del río en el sector alto y sectores agrícolas cercano al área de recarga.

Foto 11.2.2.2-1.
Zona de Aducción, Proyecto Chanco.

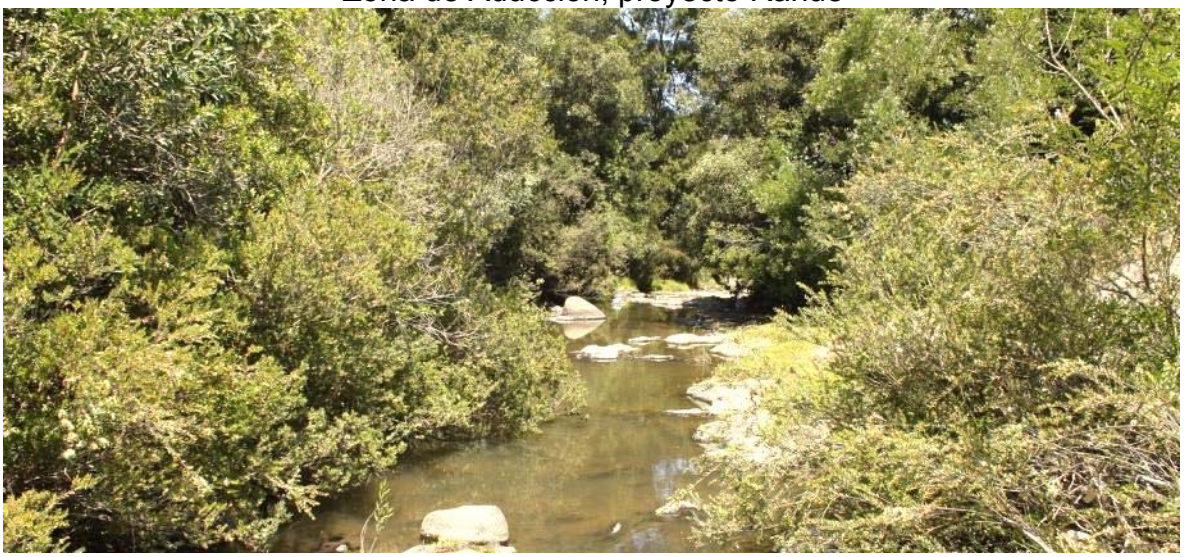


11.2.2.3 Proyecto Rahue

La zona de aducción del proyecto Rahue (Foto 11.2.2.3-1) se ubica prácticamente colindante a la del proyecto Chanco, por lo cual ambos proyectos presentan ensambles de vertebrados similares. Destacan los herpetozoos Sapito de cuatro ojos (*P. thaul*), la Rana grande (*Calyptocephalella gayi*) y la Lagartija de Schröder (*Liolaemus schroedri*).

Tanto el Área de recarga como la tubería de aducción corresponden a una sectores de uso agrícola con especies típicas de estos ambientes, como la Loica (*Sturnella loyca*) y el Queltehue (*Vanellus chilensis*).

Foto 11.2.2.3-1
Zona de Aducción, proyecto Rahue



11.2.2.4 Proyecto Reloca

Este proyecto resultó la zona de mayor riqueza en todo el muestreo, con 33 especies.

La avifauna es variada y abundante. Aguas abajo del punto de aducción se encontró un sitio de aguas quietas y protegido por vegetación, con especies propias de ambientes acuáticos tales como el Picurio (*Podilymbus podiceps*), la Taguita (*Gallinula melanops*), el Huairavo (*Nycticorax nycticorax*) y el Pato Jergón Grande (*Anas georgica*). En dicha zona se registró adicionalmente un individuo de Coipo (*Myocastor coypus*) (Foto 11.2.2.4-1), especie catalogada como Vulnerable de acuerdo a la Ley de Caza.

El área de aducción es una zona con un curso de agua relativamente pequeño (Figura 6) donde se registraron dos especies de anfibios en categoría de Vulnerable de acuerdo al RCE: el Sapo de Rulo (*Rhinella arunco*) y la Rana Grande (*C. gayi*).

Respecto a los reptiles, se registró un individuo de la Lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*) y un cadáver de culebra de cola larga (*Philodryas chamissonis*).

El área de recarga es de uso agrícola, aunque a escasos metros de ésta y dentro del área influencia se ubica el río Reloca, en donde también se observaron larvas de Rana Grande (*C. gayi*).

Foto 11.2.2.4-1
Zona de Aducción, proyecto Reloca.



11.2.2.5 Proyecto Los Cuervos

El proyecto se ubica en la desembocadura del río Mataquito (Foto 11.2.2.5-1). Se registraron aves propias del humedal del río Mataquito, ubicado a escasos kilómetros de la zona de aducción. Algunas de las especies observadas son el Cisne de Cuello Negro (*Cygnus melancoryphus*) (Sub-Anexo 2: K del Anexo 19.2), catalogado como Vulnerable y el Pato Real (*Anas sibilatrix*). Se registró también un individuo de Garza cuca (*Ardea cocoi*), catalogada como Rara por la Ley de Caza.

Este es el segundo sitio con mayor riqueza de todos los proyectos, con 20 especies.

La zona de recarga es un área de uso principalmente agrícola, con un pequeño estero parcialmente seco, cuyas aguas son utilizadas para riego. Este estero, al secarse, forma pequeñas pozas aisladas. En una de ellas se encontraron más de cien larvas de Rana Grande (*C. gayi*) agonizando debido a la alta temperatura del agua y falta de oxígeno disuelto. Al respecto, cabe destacar que esta especie se encuentra en categoría Vulnerable según el RCE y una de sus amenazas de acuerdo a la IUCN es el drenaje de agua para agricultura (Veloso *et al*., 2010).

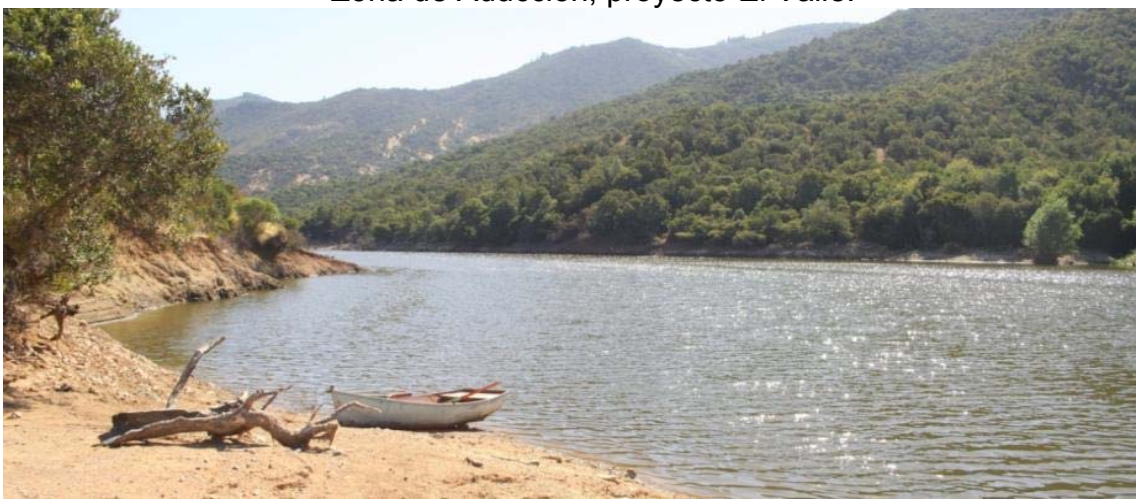
Foto 11.2.2.5-1.
Zona de Aducción, proyecto Los Cuervos.



11.2.2.6 Proyecto El Valle

La zona de aducción del proyecto se ubica en un embalse de regadío (Foto 11.2.2.6-1), en el cual se registró la Garza Chica (*Egretta thula*) y un individuo de Picurio (*Podilymbus podiceps*). En los márgenes del embalse se registró una alta abundancia de individuos juveniles de Sapo de Rulo (*R. arunco*), llegando a contabilizar 50 individuos en dos metros lineales de recorrido. La tubería de aducción pasa por caseríos, en donde se registró Picaflor Gigante (*Patagona gigas*), Águila (*Geranoaetus melanoleucus*) y un individuo de Lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*).

Foto 11.2.2.6-1
Zona de Aducción, proyecto El Valle.



11.2.2.7 Proyecto Purapel Bajo

El río Purapel en la aducción proyectada, se observó prácticamente seco al momento de la visita, con tan solo unas pequeñas pozas remanentes cerca de la vegetación (Foto 11.2.2.7-1). En ellas se observaron concentraciones de individuos postmetamórficos y juveniles de Sapo de Rulo (*R. arunco*). Se encontraron además ejemplares secos de Carpa (*Cyprinus carpio*), situación que explica la alta abundancia de Jotes de Cabeza Negra (*Coragyps atratus*) (Sub-Anexo 2: J del Anexo 19.2).

Foto 11.2.2.7-1
Zona de Aducción, proyecto Purapel bajo.



11.2.2.8 Proyecto Huenchullamí 1

El área de aducción del proyecto Huenchullamí 1 se caracteriza por un río de baja pronfundidad, el cual se encuentra rodeado principalmente por plantaciones forestales exóticas. En este punto se registraron algunas especies propias de ríos como el Churrete (*Cinclodes patagonicus*) o el Pidén (*Pardirallus sanguinolentus*). No se registraron anfibios. Sin embargo, aguas abajo y en un ambiente muy similar (Huenchullamí 3), se registraron tres especies de anfibios en baja abundancia (1 individuo por especie), por cuanto no se descarta que en Huenchullamí 1 habiten también las mismas especies.

Foto 11.2.2.8-1
Zona de Aducción, proyecto Huenchullamí 1.



11.2.2.9 Proyecto Huenchullamí 2

La zona de aducción corresponde al estero Pudú, el cual es un pequeño estero tributario al Río Huenchullamí. Éste se encuentra rodeado de un denso matorral de Zarzamora (*Rubus sp.*). No se encontraron anfibios en el estero, y la riqueza de especies fue la menor de todo el muestreo.

Foto 21.2.2.9-1
Zona de Aducción, proyecto Huenchullamí 2.



11.2.2.10 Proyecto Huenchullamí 3

El área de recarga se ubica a menos de 4 Km. de la desembocadura del río en el mar. Sin embargo, no se constató la presencia de especies propias de ambientes marinos. En cuanto a anfibios se registraron tres especies, siendo el sitio de mayor riqueza para esta clase en todo el muestreo. Se registró un individuo juvenil de Sapito de 4 ojos (*P. thaul*), un individuo Juvenil de Sapo de rulo (*R. arunco*) y un individuo adulto de Rana grande (*C. gayi*). Esta última fue observada sumergida en un pozón de más de un metro de profundidad.

Foto 11.2.2.10-1
Zona de Aducción, proyecto Huenchullamí 3.



11.2.3 Flora y Fauna Acuática

Se ha definido el área de influencia del proyecto, junto con una descripción del componente flora y fauna acuática para los grupos taxonómicos: flora, macroinvertebrados bentónicos, anfibios en fase acuática, macrocrustáceos y peces. Se ha incluido su diversidad, distribución, abundancia relativa, estado de conservación y valor ambiental respecto al hábitat analizado. Los antecedentes in extenso se presentan en el Anexo 19.3.

- Objetivo general

- Caracterizar la flora y fauna acuática en el área de influencia del proyecto e identificar las especies potenciales en categoría de conservación.

- Objetivos específicos

- Definir un área de influencia para el proyecto.

- Caracterizar y determinar la condición base del hábitat acuático presente en el área de influencia.
- Describir la distribución, abundancia y riqueza especifica de los grupos taxonómicos flora acuática, macroinvertebrados bentónicos, anfibios en fase acuática, macrocrustáceos y peces presentes en el área de influencia.
- Asociar los estados de conservación de las especies de flora y fauna acuática presentes según la clasificación oficial.
- Definir la(s) especie(s) indicadora(s) para el área de influencia.
- Determinar el valor ambiental del área de influencia según la fauna íctica nativa presente en los cursos de agua estudiados.

Se concluye lo siguiente:

1. El área de influencia de cada alternativa comprende los tramos de los ríos y esteros entre 100 metros aguas arriba y 200 metros aguas abajo del punto de captación de cada proyecto.

2. Las especies más representadas en las áreas de estudio por componente son: *Azolla filiculoides, Juncus effusus, Ludwigia peploides, Paspalum paspalodes y Rumex acetosella* (macroflora), Dystiscidae indet. (macroinvertebrados bentónicos), *Aegla pewenchae y Samastacus spinifrons* (macrocrustáceos) y *Gambussia holbrooki, Basilichthys australis, Cheirodon galusdae* y *Trichomycterus areolatus* (fauna íctica).

3. No se detectó presencia de anfibios en fase acuática en la mayoría de las estaciones.

4. Se encontraron 24 especies de flora acuática, representantes de 6 clases, 14 órdenes y 17 familias. Según su hábito de establecimiento en el suelo, 11 de ellas son de hábito hidrófito y otras 12 especies de hábito helófito. Destacan las especies de tipo biológico macrófito con un 50% de presencia en el área de muestreo y las de forma de crecimiento palustre con un 38% respectivamente. La flora acuática dominante del tramo estudiado corresponde a las especies *Cladophora aegagropila, Juncus effusus, Paspalum paspalodes y Rumex acetosella.* Ninguna de las especies identificadas se encuentra listada en categorías de conservación, según Benoit (1989) y según el boletín 47 del Ministerio del Medio Ambiente.

5. Se observa un patrón en la composición de la biota acuática en estudio, dado principalmente por las bajas abundancias de macrocrustáceos, macroinvertebrados bentónicos y fauna íctica en la mayoría de las estaciones, por lo que no fue necesario calcular los índices ecológicos para estos grupos, pues no entregan información relevante. En cuanto a la macroflora posee riqueza de especies de flora acuática similar en todas las estaciones.

6. Del total de organismos identificados durante la campaña de terreno, se lista en categoría de conservación, los peces bagrecito (*Trichomycterus areolatus*), pejerrey chileno (*Basilichthys australis),* Pocha (*Cheirodon galusdae y* Carmelita (*Percilia gillissi*), catalogados Vulnerable y como Insuficientemente conocida la especie Lamprea de bolsa (*Geotria australis)* y los macrocrustaceos Pancora (*Aegla Pewenchae),* catalogado como Insuficientemente Conocida, y Camarón de río (*Samastacus spinifrons),* catalogado como Preocupación menor.

7. Se define como especie indicadora las especies mencionadas en el punto anterior por estar catalogadas en categorías de conservación. Además, se incluyen las especies de macroinvertebrados bentónicos pertenecientes a las familias Coridayldae, Gomphidae, Oniscigastridae y Diampipnoidae como indicadores biológicos de buena calidad de aguas.

8. El Índice Biótico de Familias calculado para la mayoría de las estaciones presentan valores que demuestran la Excelente calidad de aguas en el AID del proyecto Pelluhue, en Huenchullamí 1, 2 y 3 se presentaron calidades variadas en las tres estaciones pasando de calidad Excelente a Muy Mala y en el caso de Reloca, su calidad es Muy Mala.

9. De acuerdo a la fauna íctica nativa identificada, en los proyectos Pelluhue, Rahue y Chanco presentan un Valor Ambiental Muy Bajo, en Los Cuervos Bajo, Huenchullamí 1 y 3 Alto y Huenchullamí 2 Medio.

10. Si bien se recomienda realizar como mínimo una segunda campaña de terreno en época alterna a la ejecutada (por lo tanto, en invierno), con el objetivo de registrar, contrastar y analizar las variación en la flora y fauna acuática del área de estudio, es de utilidad contrastar los resultados con campañas estacionales, por lo que se recomienda la ejecución de campañas en primavera, verano y otoño.

11.2.4 Descripción de los potenciales impactos.

- **Flora y Vegetación Terrestre**

- **Impacto 1: Disminución de superficie con vegetación y flora nativa.**

Los impactos en este subcomponente se asocian a la pérdida de superficies vegetacionales y flora nativa por construcción de caminos y obras asociadas a ellos.

- **Fauna Terrestre**

- **Impacto 2: Alteración en la abundancia y distribución de las poblaciones de fauna terrestre por pérdida en la calidad del hábitat.**

Las actividades de construcción del Proyecto, implican principalmente la remoción de la cubierta vegetal de las áreas en las que se emplazarán las obras, generando la pérdida permanente de las características físicas y de los atributos biológicos que otorgan las condiciones necesarias para sustentar el establecimiento de poblaciones de fauna vertebrada. Además, las actividades del Proyecto durante la construcción generarán ruido, lo que perturba a la fauna más sensible y renuente a la presencia humana, provocando en algunos casos desplazamientos hacia otros sectores. Esta alteración puede implicar cambios conductuales en ciertas especies, perdiendo zonas de refugio, reproducción y/o alimentación que se encuentren dentro de su hábitat.

- **Flora y Fauna Acuática**

- **Impacto 3: Alteración de hábitat y pérdida de ejemplares de fauna acuática por actividades asociadas a la etapa de construcción y mantención de las obras durante la etapa de operación.**

Las actividades de movimiento de tierras necesarias para la construcción de los canales de aducción descarga implican la destrucción de hábitat de flora y fauna acuática por los movimientos de sustratos en el lecho de los cauces.

La extracción de los recursos hídricos y posterior conducción a los sistemas de recargas por infiltración puede significar el arrastre de especies hidrobiológicas, el arranque de la vegetación ripariana y la erosión del sustrato en los cauces de origen.

Además, durante la operación del proyecto, se generará una reducción del caudal pasante, lo que producirá una disminución de las condiciones hidráulicas necesarias para el establecimiento de la fauna acuática, especialmente aquella en categoría de conservación. Por ello, el Titular debe implementar un sistema de entrega de caudal ecológico, que además garantice el libre tránsito de las especies a ambos lados del punto de captación para cada cauce.

En la Tabla 11.2.4-1 siguiente se presenta la información que se deriva del análisis ambiental realizado, respecto a cuáles son los potenciales impactos ambientales asociados a cada proyecto.

Tabla 11.2.4-1
Potenciales Impactos Ambientales, por Proyecto

Proyecto	Impacto Potencial y Fase en que se produciría								
	Impacto Nº1	Fase		Impacto Nº2	Fase		Impacto Nº3	Fase	
		C	O		C	O		C	O
Los Cuervos	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Huenchullamí 3	✓	✓	✓				✓	✓	✓
Huenchullamí 2	✓	✓	✓				✓	✓	✓
Huenchullamí 1	✓	✓	✓				✓	✓	✓
El Valle	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Reloca	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
Purapel	✓	✓	✓						
Chanco	✓	✓	✓						
Rahue	✓	✓	✓						
Pelluhue	✓	✓	✓						

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

Impacto Nº1: Disminución de superficie con vegetación y flora nativa.
Impacto Nº2: Alteración en la abundancia y distribución de las poblaciones de fauna terrestre por pérdida en la calidad del hábitat.
Impacto Nº3: Alteración de hábitat y pérdida de ejemplares de fauna acuática por actividades asociadas a la etapa de construcción y mantención de las obras durante la etapa de operación.

Fases: C: Construcción, O: Operación y Manutención.

El Impacto Nº1, ***Disminución de superficie con vegetación y flora nativa***, sería leve en 8 de los 10 proyectos, y moderado en los dos restantes, que corresponden a Chanco y Rahue.

El Impacto Nº2, ***Alteración en la abundancia y distribución de las poblaciones de fauna terrestre por pérdida en la calidad del hábitat***, sería leve los tres casos en que se produciría (Los Cuervos, El Valle y Reloca). Esto se ha definido así dado que dentro del área total asociada a los 10 proyectos, se logró identificar dos sitios singulares: Proyectos Los Cuervos y Reloca, ya que en sus alrededores, por su alta diversidad biológica, existen dos especies de anfibios y una de mamífero en categoría de Vulnerable, y proyecto El Valle, ya que en el muestreo en terreno se registró solo una especie de mamífero de las 25 mencionadas como especies potenciales. Al respecto, los lugareños del proyecto El Valle mencionaron la presencia de Zorro Culpeo (Lycalopex culpaeus). Esta especie tiene un amplio rango de hábitat, por cuanto se espera su presencia en el área de influencia del proyecto, especialmente en sectores con menor intervención antrópica

En el resto de los sectores, aun cuando con los antecedentes disponibles no se prevé que se produzca este impacto, si se llegase a dar la eventualidad de que este impacto se genere en alguno de ellos, será debidamente considerado para la elaboración de las medidas correctivas definitivas en el plan de manejo y sus costos.

El Impacto Nº3, ***Alteración de hábitat y pérdida de ejemplares de fauna acuática por actividades asociadas a la etapa de construcción y mantención de las obras durante la etapa de operación,*** sería moderado en los tres proyectos del río Huenchullamí.

Se ha determinado que este impacto se produciría en los sectores Huenchullamí 3, Huenchullamí 2 y Huenchullamí 1, debido a que sólo en estos sectores se detectó la presencia de las especies Trichomycterus areolatus, Basilichthys australis y Cheirodon galusdae (catalogadas Vulnerable) y Percilia gillissi (catalogada En Peligro).

Al igual que lo señalado para el impacto Nº2, aun cuando con los antecedentes disponibles no se prevé que se produzca este impacto en alguno de los otros sectores, si se llegase a dar la eventualidad de que se produjese en alguno de ellos, será debidamente considerado para la elaboración de las medidas correctivas definitivas en el plan de manejo y sus costos.

Las áreas de influencia de los impactos señalados corresponderían al entorno más cercano a las obras (caminos de acceso, obras de infiltración y obras de monitoreo) y se espera que con las medidas de mitigación propuestas, los efectos se atenúen de manera importante, y efectivamente se circunscriban a dicho entorno.

La ejecución de estos proyectos requeriría implementar medidas adicionales para mantener las poblaciones, como planes de translocación de individuos, restauración de hábitat, entre otras, las cuales debieran evaluarse en forma previa al diseño de las alternativas, tal como se indica en el capítulo 3, Zonas de Restricción Ambiental, del Anexo 19.4, Plan de Manejo Ambiental.

11.2.5 Pertinencia y Forma de Ingreso al SEIA

a. Ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

La Ley 19.300 y sus modificaciones, establece que cualquier proyecto o actividad comprendida en el artículo Nº10 debe someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA). La ley parte de la presunción que las actividades identificadas son susceptibles de causar impacto ambiental.

El artículo 10 referido no incluye en forma explícita proyectos de recarga artificial de acuíferos; por lo que como actividad en sí misma, no queda sujeta al ingreso obligatorio al sistema de evaluación. Sin embargo, según el tipo de obras que considere el proyecto, y según la ubicación del mismo, pueden darse dos situaciones para las cuales debe ingresarse al sistema de evaluación; a saber:

- El proyecto contempla la ejecución de presas o produce una alteración significativa de cuerpos o cursos naturales de aguas.

- El proyecto se localiza en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita.

Respecto a lo primero, el reglamento vigente precisa y acota, según señala la letra a) del artículo 10, presas, con volumen mayor a 50 mil m^3 o altura de muro mayor a 5 m.

Por su parte, la alteración de cauces o de cursos de agua está fundamentalmente asociada a la modificación de la geometría de los mismos, a causa de los volúmenes de movimiento de material. Esto se fija según la Región donde esté el proyecto (100.000 m^3 de material para las regiones entre la V y la XII).

Además, cabe precisar que la infiltración de aguas tratadas, como parte de un proyecto de recarga artificial, obliga al ingreso al sistema de evaluación ambiental. Aunque en estos proyectos, no es el caso dado que se trata de infiltrar aguas naturales.

De la lectura del artículo 10 puede excluirse lo indicado en la letra o), por cuanto se refiere a proyectos de saneamiento ambiental, de "*alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de agua o residuos sólidos domiciliarios, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos".* Sin embargo, el Reglamento (Decreto 40/2013) da un detalle mayor y muy particular en el literal O.7, donde precisa que entran a evaluación los sistemas de tratamiento o disposición cuyos efluentes tratados se usen para el riego o se infiltren. No obstante, como ya se indicó, en los proyectos de recarga se infiltran aguas naturales y no hay ningún proceso que genere efluentes, por lo tanto, respecto de este artículo, tampoco requerirían ingresar al sistema.

En el segundo caso la ley es clara y precisa, involucrando a cualquier actividad que se realice dentro de un área bajo protección oficial. Éstas quedan establecidas por el Ministerio del Medio Ambiente en el documento técnico sobre áreas protegidas en Chile, y corresponden a: Parque Nacional, Reserva Nacional, Monumento Natural, Reserva de Regiones Vírgenes, Santuario de la Naturaleza, Parque Marino, Reserva Marina y Áreas Marinas Costeras Protegidas. La misma fuente indica que en Chile a la fecha no existen Reservas de Regiones Vírgenes. En síntesis es necesario verificar en forma precisa si el proyecto en estudio involucra un área protegida para los efectos del debido ingreso al SEIA.

Al hacer esta verificación se ha constatado que en la Región del Maule existen siete áreas pertenecientes al SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado), que administra CONAF (Corporación Nacional Forestal), ellas corresponden a un Parque Nacional (Radal Siete Tazas) y seis Reservas

Nacionales (Altos de Lircay, Los Bellotos, Los Queules, Los Ruiles, Federico Albert y Laguna Torca).

De estas áreas protegidas, tanto el Parque Nacional Radal Siete Tazas, como las Reservas Nacionales Altos de Lircay y Los Bellotos se ubican al oriente de la Ruta 5 Sur, por lo que están fuera de la zona del secano costero. Para las restantes, se tiene lo siguiente: la Reserva Nacional Los Queules se ubica 27 km al surponiente del proyecto Pelluhue, en el límite con la Región del Bío-Bío. La Reserva Nacional Los Ruiles se ubica 6 km al oriente del proyecto Pelluhue, es decir, aguas arriba del mismo, pero no sobre el mismo cauce, sino sobre uno paralelo, ubicado más al norte. La Reserva Nacional Federico Albert se ubica al Oeste de la localidad de Chanco, 2,6 km al norponiente de los sectores de recarga Chanco y Rahue y a casi 6 km de la obra de toma para dichos proyectos. Finalmente, la Reserva Nacional Laguna Torca se ubica al Norte del Lago Vichuquén, aproximadamente a 25 km al norte del sector Los Cuervos.

Por lo tanto, ninguno de los proyectos se ubica en alguna de estas áreas, tal como se indica en la Tabla siguiente.

Tabla 11.2.5-1
Proyectos y Áreas Silvestres Protegidas en la Región del Maule

Nº	Proyecto	¿Está dentro de un Área Protegida?	Área Protegida Cercana	Distancia
				(km)
1	Los Cuervos	No	Laguna Torca	25
2	Huenchullamí 3	No	Laguna Torca	38
3	Huenchullamí 2	No	Laguna Torca	39
4	Huenchullamí 1	No	Laguna Torca	48
5	El Valle	No	-	
6	Reloca	No	Federico Albert	11
7	Purapel	No	-	
8	Chanco	No	Federico Albert	2,6
9	Rahue	No	Federico Albert	2,6
10	Pelluhue	No	Los Ruiles	6

Fuente: Elaboración propia a partir de información de CONAF.

Se puede señalar luego del análisis, que de los 10 proyectos que están siendo evaluados, sólo los de Chanco y Rahue podrían generar algún efecto ambiental sobre el área silvestre protegida que se ubica en las cercanías, la Reserva Nacional Federico Albert, que se ubica a 2,6 km de los sectores de recarga. Sin embargo, las obras de toma donde se captarán los caudales a infiltrar se ubican a casi 6 km de dicha Reserva Nacional. Además, los caudales que utilizarían los proyectos son parte marginal de los sobrantes de invierno que serían captados sólo los años con alta pluviosidad. La reducción en los caudales del estero Lircay para la condición hidrológica de diseño, que corresponde a una probabilidad de excedencia de 50%, será de un 3,1% en promedio durante los cinco meses del período de recargas, ya que el caudal extraído será de solo 13 l/s y el caudal medio alcanza los 955 l/s, lo que en la práctica se puede establecer como sin efecto perceptible. Además, si se

considera que dicho estero es un cauce secundario que toca tangencialmente el área de la Reserva Nacional Federico Albert, se puede asumir que la extracción de dichos caudales desde el cauce superficial para abastecer los proyectos recarga de acuíferos no afectará la disponibilidad hídrica en dicha área.

En forma complementaria, se ha realizado el análisis a partir de lo señalado en el Art. 11 d) de la Ley 19.300, respecto a Sitios Prioritarios, definidos según Of. Ord. D.E. Nº100.143, de Noviembre de 2010, donde se establece que en la Región del Maule hay 5 sitios prioritarios.

Los sitios prioritarios señalados son los siguientes:

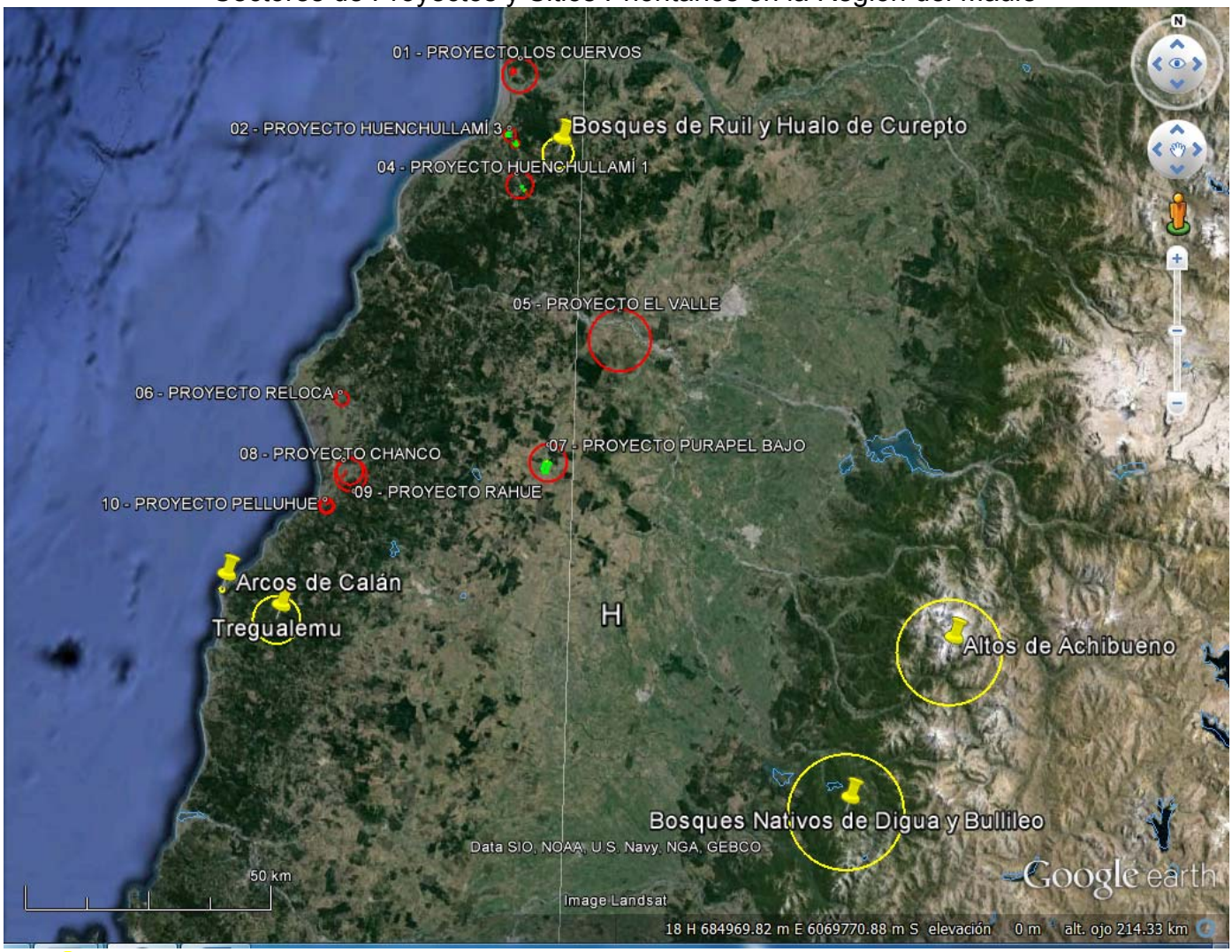
6. Altos de Achibueno
7. Arcos de Calán
8. Bosques de Ruil y Hualo de Curepto
9. Bosques Nativos de Digua y Bullileo
10. Tregualemu

Los sitios denominados 1 y 4, se ubican al oriente de la Ruta 5, por lo que están muy lejanos del secano costero de la Región del Maule. A su vez, los sitios denominados 2 y 5, que si se ubican en el secano costero, están a una distancia de 20 km al sur del proyecto más cercano, que es Pelluhue, por lo que tampoco hay ninguna influencia. Finalmente, el sitio prioritario 3, Bosques de Ruil y Hualo de Curepto, también se ubica en el secano costero, pero no tiene ningún proyecto dentro o vecino. El proyecto Huenchullamí 2, que es el más cercano, están a una distancia de 5 km, aguas abajo del sitio y en una red de drenaje diferente (cauce paralelo), por lo que tampoco hay ninguna influencia sobre dicho sitio prioritario.

En la Figura siguiente se muestran las ubicaciones de los 10 sectores de proyectos de recarga artificial (en rojo) y los 5 sitios prioritarios existentes en la Región del Maule, representados por un círculo de superficie igual a la señalada en el Ord. D.E. Nº100.143, de Noviembre de 2010.

Se puede apreciar que ninguno de los sectores de proyecto se ubica dentro o en la vecindad directa de alguno de los sitios prioritarios.

Figura 11.2.5-1
Sectores de Proyectos y Sitios Prioritarios en la Región del Maule

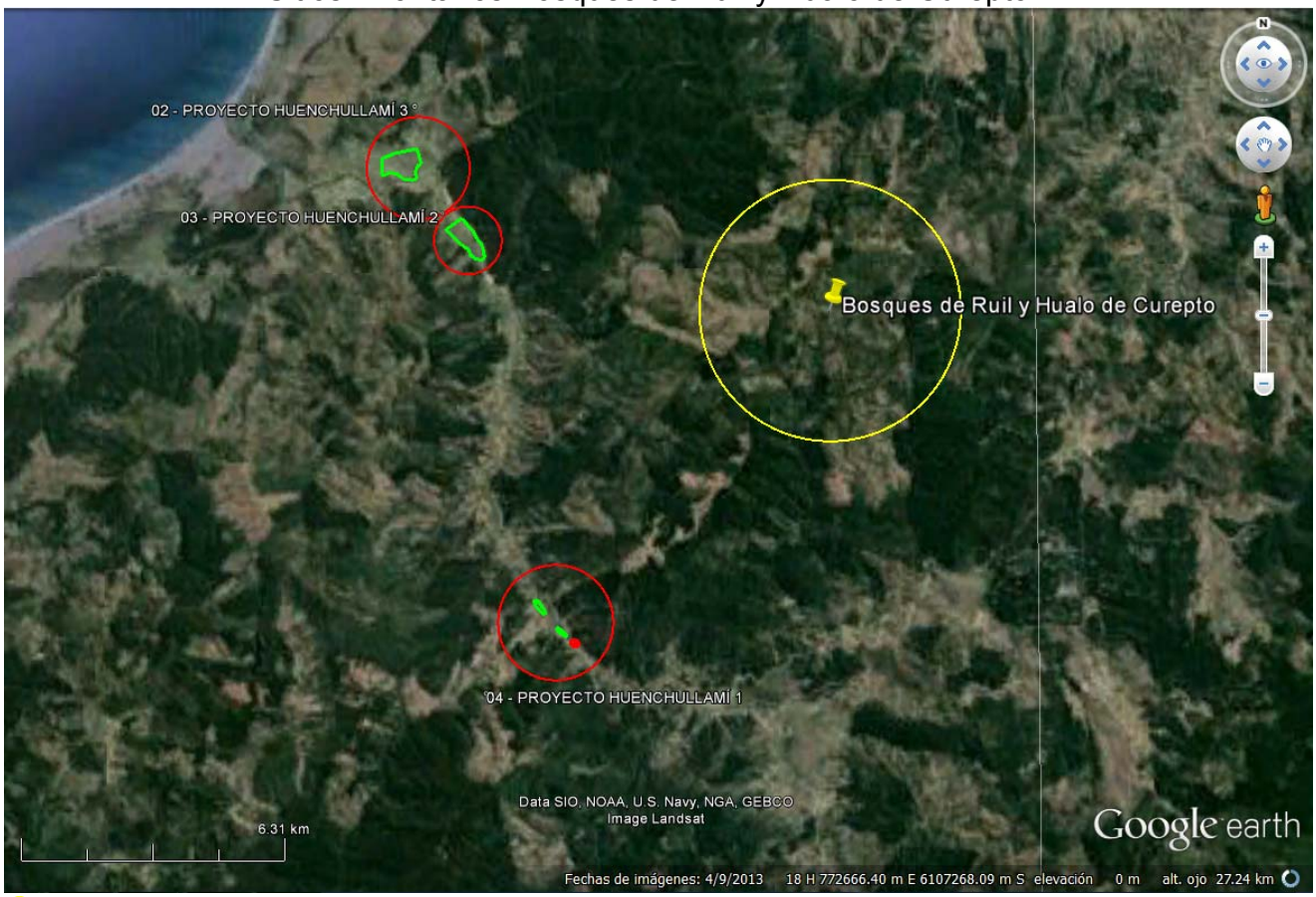


: Sitios Prioritarios (borde amarillo)
: Sectores de Proyecto (borde rojo)
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 11.2.5-2 siguiente se presenta con mayor detalle las ubicaciones de los proyectos del Río Huenchullamí, que son los únicos que se ubican relativamente cerca del Sito Prioritario Bosques de Ruil y Hualo de Curepto. La imagen permite tener mayor claridad respecto a la no influencia de los proyectos sobre dicho sitio.

Los proyectos del río Huenchullamí se ubican en terrenos ribereños de la zona baja del río, y contemplan utilizar aguas sobrantes de invierno del Río Huenchullamí (Proyectos Huenchullamí 1 y 3) y del estero Pudú (Proyecto Huenchullamí 2), en tanto que el Sitio Prioritario Bosques de Ruil y Hualo de Curepto se ubica a una distancia de aproximadamente 5 km al oriente del proyecto más cercano, en una subcuenca diferente, por lo que no habrá efecto de los proyectos sobe dicho sitio.

Figura 11.2.5-2
Sectores de Proyectos Río Huenchullamí y
Sitios Prioritarios Bosques de Ruil y Hualo de Curepto



: Sitios Prioritarios (borde amarillo)
: Sectores de Proyecto (borde rojo)
Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, para los casos en que por el tipo o ubicación de las obras, se debiese ingresar al SEIA, en el Artículo 6 del Reglamento del SEIA (DS 40/2013) se indica que el titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera o presenta efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire. Esta situación no se produce en ninguno de los proyectos analizados,

b. Vía de ingreso o evaluación

El artículo 11 de la Ley 19.300 establece la forma de ingreso, a través de un estudio de evaluación de impacto ambiental o con una declaración de impacto ambiental.

En el caso de un proyecto de recarga artificial los puntos del artículo 11 que estarían más directamente relacionados corresponden a las letras b) y d). El reglamento entrega más detalle al respecto y en el caso de la letra b), lo que debe considerarse con mayor detenimiento es:

- lo establecido en las normas secundarias de calidad ambiental y de emisión vigentes.
- la capacidad de dilución, dispersión, autodepuración, asimilación y regeneración de los recursos naturales renovables presentes en el área de influencia del proyecto o actividad.
- el volumen, caudal y/o superficie, según corresponda, de recursos hídricos a intervenir y/o explotar en:
  + vegas y/o bofedales ubicados en las Regiones I y II, que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas
  + áreas o zonas de humedales que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas o superficiales
- cuerpos de aguas subterráneas que contienen aguas milenarias y/o fósiles.
- una cuenca o subcuenca hidrográfica trasvasada a otra.
- lagos o lagunas en que se generen fluctuaciones de niveles.

Para el caso de la letra d), los aspectos a considerar corresponden a la magnitud o duración de la intervención o emplazamiento del proyecto o actividad en, o alrededor, de áreas donde existen recursos o áreas protegidos en forma oficial.

Se entiende por localización próxima cuando el recurso a resguardar se encuentra total o parcialmente dentro del área de influencia del proyecto o actividad.

A continuación, en la Tabla 11.2.5-2 se indica para cada proyecto, si requiere ingresar al SEIA, la forma de ingreso, y lo que se recomienda.

Tabla 11.2.5-2
Forma de Ingreso al SEIA, por Proyecto

Nº	Proyecto	¿Requiere Ingresar al SEIA?	Formato de Ingreso	Recomendación
1	Los Cuervos	No	No Aplica (*)	-
2	Huenchullamí 3	No	No Aplica (*)	-
3	Huenchullamí 2	No	No Aplica (*)	-
4	Huenchullamí 1	No	No Aplica (*)	-
5	El Valle	No	No Aplica (*)	-
6	Reloca	No	No Aplica (*)	-
7	Purapel	No	No Aplica (*)	-
8	Chanco	No	No Aplica (*)	DIA Voluntaria (**)
9	Rahue	No	No Aplica (*)	DIA Voluntaria (**)
10	Pelluhue	No	No Aplica (*)	-

(*): No corresponden a los tipos de proyectos que requieren ingresar al SEIA, según art. 10 de la Ley 19.300.
(**): Por cercanía con Reserva Nacional Federico Albert
Fuente: elaboración propia.

11.3 Planes de Manejo

En la Tabla 11.3-1 siguiente se presenta un resumen de las medidas ambientales requeridas (Especificaciones Ambientales Especiales) en cada proyecto como parte del plan de manejo ambiental propuesto.

Tabla 11.3-1
Plan de Manejo Ambiental por Proyecto – Especificaciones Ambientales Especiales

Nº	Proyecto	Estudios Complementarios	Especificaciones Ambientales Especiales					
			Flora y Vegetación Terrestre	Rescate y Relocalización de Fauna Terrestre	Seguimiento de Rescate y Relocalización de Fauna Terrestre	Campaña Complementaria de Flora y Fauna Acuática	Rescate y Relocalización de Fauna Acuática	Plan de Monitoreo y Seguimiento de Fauna Acuática
1	Los Cuervos	✓		✓	✓	✓		
2	Huenchullamí 3	✓				✓	✓	✓
3	Huenchullamí 2	✓				✓	✓	✓
4	Huenchullamí 1	✓				✓	✓	✓
5	El Valle	✓		✓	✓	✓		
6	Reloca	✓		✓	✓	✓		
7	Purapel	✓				✓		
8	Chanco	✓	✓			✓		
9	Rahue	✓	✓			✓		
10	Pelluhue	✓				✓		

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo señalado en la Tabla anterior, la situación correspondiente al Plan de Manejo Ambiental por proyecto es la que se indica. Cabe señalar que dado que se determinó que no se requiere ingresar al SEIA, el plan de manejo ambiental por proyecto se plantea solo como una recomendación.

11.3.1 Proyecto Los Cuervos

Como resultado del Análisis Ambiental realizado se ha determinado que durante la etapa de diseño deberán realizarse una serie de estudios complementarios que incluyen: Flora y Vegetación Terrestre, Microflora Terrestre, Fauna Terrestre y Flora y Fauna Acuática.

Adicionalmente, se ha definido una serie de Especificaciones Ambientales Especiales que se deberán desarrollar, las que difieren en su alcance, para cada proyecto, dependiendo de los resultados del análisis ambiental. En el caso particular del proyecto Los Cuervos, se deberán implementar las siguientes medidas:

- Rescate y Relocalización de Fauna Terrestre, enfocado a las poblaciones de reptiles, anfibios y micromamíferos presentes en las áreas de corte de vegetación.
- Seguimiento, Rescate y Relocalización de Fauna Terrestre, para evaluar el resultado del proceso. Frecuencia trimestral durante la construcción y luego semestral, durante los primeros tres años de operación.
- Campaña Complementaria de Flora y Fauna Acuática, enfocada a capturar las variaciones en la composición de la biota acuática en escenarios hidrológicos alternos a las campañas de terreno ya realizadas.

11.3.2 Proyecto Huenchullamí 3

Como resultado del Análisis Ambiental realizado se ha determinado que durante la etapa de diseño deberán realizarse una serie de estudios complementarios que incluyen: Flora y Vegetación Terrestre, Microflora Terrestre, Fauna Terrestre y Flora y Fauna Acuática.

Adicionalmente, se ha definido una serie de Especificaciones Ambientales Especiales que se deberán desarrollar, las que difieren en su alcance, para cada proyecto, dependiendo de los resultados del análisis ambiental. En el caso particular del proyecto Huenchullamí 3, se deberán implementar las siguientes medidas:

- Campaña Complementaria de Flora y Fauna Acuática, enfocada a capturar las variaciones en la composición de la biota acuática en escenarios hidrológicos alternos a las campañas de terreno ya realizadas.

- Rescate y Relocalización de Fauna Acuática, enfocado a las especies de fauna acuática con problemas de conservación (algunos peces y macrocrustáceos) detectadas en el área de influencia del Proyecto.
- Plan de Monitoreo y Seguimiento de Fauna Acuática, para evaluar el resultado del proceso y verificar el estado de la fauna acuática una vez iniciadas las obras y durante la operación de las mismas. Frecuencia trimestral durante la construcción y luego semestral, durante los primeros tres años de operación.

11.3.3 Proyecto Huenchullamí 2

Como resultado del Análisis Ambiental realizado se ha determinado que durante la etapa de diseño deberán realizarse una serie de estudios complementarios que incluyen: Flora y Vegetación Terrestre, Microflora Terrestre, Fauna Terrestre y Flora y Fauna Acuática.

Adicionalmente, se ha definido una serie de Especificaciones Ambientales Especiales que se deberán desarrollar, las que difieren en su alcance, para cada proyecto, dependiendo de los resultados del análisis ambiental. En el caso particular del proyecto Huenchullamí 2, se deberán implementar las siguientes medidas:

- Campaña Complementaria de Flora y Fauna Acuática, enfocada a capturar las variaciones en la composición de la biota acuática en escenarios hidrológicos alternos a las campañas de terreno ya realizadas.
- Rescate y Relocalización de Fauna Acuática, enfocado a las especies de fauna acuática con problemas de conservación (algunos peces y macrocrustáceos) detectadas en el área de influencia del Proyecto.
- Plan de Monitoreo y Seguimiento de Fauna Acuática, para evaluar el resultado del proceso y verificar el estado de la fauna acuática una vez iniciadas las obras y durante la operación de las mismas. Frecuencia trimestral durante la construcción y luego semestral, durante los primeros tres años de operación.

11.3.4 Proyecto Huenchullamí 1

Como resultado del Análisis Ambiental realizado se ha determinado que durante la etapa de diseño deberán realizarse una serie de estudios complementarios que incluyen: Flora y Vegetación Terrestre, Microflora Terrestre, Fauna Terrestre y Flora y Fauna Acuática.

Adicionalmente, se ha definido una serie de Especificaciones Ambientales Especiales que se deberán desarrollar, las que difieren en su alcance, para cada proyecto, dependiendo de los resultados del análisis ambiental. En el caso particular del proyecto Huenchullamí 1, se deberán implementar las siguientes medidas:

- Campaña Complementaria de Flora y Fauna Acuática, enfocada a capturar las variaciones en la composición de la biota acuática en escenarios hidrológicos alternos a las campañas de terreno ya realizadas.
- Rescate y Relocalización de Fauna Acuática, enfocado a las especies de fauna acuática con problemas de conservación (algunos peces y macrocrustáceos) detectadas en el área de influencia del Proyecto.
- Plan de Monitoreo y Seguimiento de Fauna Acuática, para evaluar el resultado del proceso y verificar el estado de la fauna acuática una vez iniciadas las obras y durante la operación de las mismas. Frecuencia trimestral durante la construcción y luego semestral, durante los primeros tres años de operación.

11.3.5 Proyecto El Valle

Como resultado del Análisis Ambiental realizado se ha determinado que durante la etapa de diseño deberán realizarse una serie de estudios complementarios que incluyen: Flora y Vegetación Terrestre, Microflora Terrestre, Fauna Terrestre y Flora y Fauna Acuática.

Adicionalmente, se ha definido una serie de Especificaciones Ambientales Especiales que se deberán desarrollar, las que difieren en su alcance, para cada proyecto, dependiendo de los resultados del análisis ambiental. En el caso particular del proyecto El Valle, se deberán implementar las siguientes medidas:

- Rescate y Relocalización de Fauna Terrestre, enfocado a las poblaciones de reptiles, anfibios y micromamíferos presentes en las áreas de corte de vegetación.
- Seguimiento, Rescate y Relocalización de Fauna Terrestre, para evaluar el resultado del proceso. Frecuencia trimestral durante la construcción y luego semestral, durante los primeros tres años de operación.
- Campaña Complementaria de Flora y Fauna Acuática, enfocada a capturar las variaciones en la composición de la biota acuática en escenarios hidrológicos alternos a las campañas de terreno ya realizadas.

11.3.6 Proyecto Reloca

Como resultado del Análisis Ambiental realizado se ha determinado que durante la etapa de diseño deberán realizarse una serie de estudios complementarios que incluyen: Flora y Vegetación Terrestre, Microflora Terrestre, Fauna Terrestre y Flora y Fauna Acuática.

Adicionalmente, se ha definido una serie de Especificaciones Ambientales Especiales que se deberán desarrollar, las que difieren en su alcance, para cada proyecto, dependiendo de los resultados del análisis ambiental. En el caso particular del proyecto Reloca, se deberán implementar las siguientes medidas:

- Rescate y Relocalización de Fauna Terrestre, enfocado a las poblaciones de reptiles, anfibios y micromamíferos presentes en las áreas de corte de vegetación.
- Seguimiento, Rescate y Relocalización de Fauna Terrestre, para evaluar el resultado del proceso. Frecuencia trimestral durante la construcción y luego semestral, durante los primeros tres años de operación.
- Campaña Complementaria de Flora y Fauna Acuática, enfocada a capturar las variaciones en la composición de la biota acuática en escenarios hidrológicos alternos a las campañas de terreno ya realizadas.

11.3.7 Proyecto Purapel

Como resultado del Análisis Ambiental realizado se ha determinado que durante la etapa de diseño deberán realizarse una serie de estudios complementarios que incluyen: Flora y Vegetación Terrestre, Microflora Terrestre, Fauna Terrestre y Flora y Fauna Acuática.

Adicionalmente, se ha definido una serie de Especificaciones Ambientales Especiales que se deberán desarrollar, las que difieren en su alcance, para cada proyecto, dependiendo de los resultados del análisis ambiental. En el caso particular del proyecto Purapel, se deberán implementar las siguientes medidas:

- Campaña Complementaria de Flora y Fauna Acuática, enfocada a capturar las variaciones en la composición de la biota acuática en escenarios hidrológicos alternos a las campañas de terreno ya realizadas.

11.3.8 Proyecto Chanco

Como resultado del Análisis Ambiental realizado se ha determinado que durante la etapa de diseño deberán realizarse una serie de estudios complementarios que incluyen: Flora y Vegetación Terrestre, Microflora Terrestre, Fauna Terrestre y Flora y Fauna Acuática.

Adicionalmente, se ha definido una serie de Especificaciones Ambientales Especiales que se deberán desarrollar, las que difieren en su alcance, para cada proyecto, dependiendo de los resultados del análisis ambiental. En el caso particular del proyecto Chanco, se deberán implementar las siguientes medidas:

- Campaña complementaria de Flora y Vegetación Terrestre.
- Campaña Complementaria de Flora y Fauna Acuática, enfocada a capturar las variaciones en la composición de la biota acuática en escenarios hidrológicos alternos a las campañas de terreno ya realizadas.

11.3.9 Proyecto Rahue

Como resultado del Análisis Ambiental realizado se ha determinado que durante la etapa de diseño deberán realizarse una serie de estudios complementarios que incluyen: Flora y Vegetación Terrestre, Microflora Terrestre, Fauna Terrestre y Flora y Fauna Acuática.

Adicionalmente, se ha definido una serie de Especificaciones Ambientales Especiales que se deberán desarrollar, las que difieren en su alcance, para cada proyecto, dependiendo de los resultados del análisis ambiental. En el caso particular del proyecto Rahue, se deberán implementar las siguientes medidas:

- Campaña complementaria de Flora y Vegetación Terrestre.
- Campaña Complementaria de Flora y Fauna Acuática, enfocada a capturar las variaciones en la composición de la biota acuática en escenarios hidrológicos alternos a las campañas de terreno ya realizadas.

11.3.10 Proyecto Pelluhue

Como resultado del Análisis Ambiental realizado se ha determinado que durante la etapa de diseño deberán realizarse una serie de estudios complementarios que incluyen: Flora y Vegetación Terrestre, Microflora Terrestre, Fauna Terrestre y Flora y Fauna Acuática.

Adicionalmente, se ha definido una serie de Especificaciones Ambientales Especiales que se deberán desarrollar, las que difieren en su alcance, para cada proyecto, dependiendo de los resultados del análisis ambiental. En el caso particular del proyecto Pelluhue, se deberán implementar las siguientes medidas:

- Campaña Complementaria de Flora y Fauna Acuática, enfocada a capturar las variaciones en la composición de la biota acuática en escenarios hidrológicos alternos a las campañas de terreno ya realizadas.

11.3.11 Medidas de Prevención o Control Propuestas

A continuación se indican las medidas de prevención o control propuestas, asociadas a los impactos potenciales de los proyectos:

1. Impacto potencial: Disminución de superficie con vegetación y flora nativa.

Medidas propuestas:

- Delimitar las áreas de intervención para dar curso a las obras y su demarcación con cintas reflectantes o cercos provisorios que impidan el

acceso de personal de faenas, vehículos y maquinarias a sectores no contemplados en las obras.

- Inspeccionar que solo se corté la vegetación estrictamente necesaria para la ejecución de las actividades contempladas en la etapa de construcción. Cabe señalar que en el caso que un proyecto sea ingresado al SEIA, deberá tramitarse el PAS 148 o 149 o ambos, según se contemple corta de bosque nativo, de plantaciones en terrenos de aptitud preferentemente forestal o de ambas, respectivamente, para la ejecución de las obras. La tramitación de estos permisos ambientales requiere presentar un plan de manejo que debe ser aprobado por CONAF.
- Propiciar la concentración de las obras, de modo de perturbar lo menos posible los ambientes involucrados directamente con el Proyecto.

2. Impacto potencial: Alteración en la abundancia y distribución de las poblaciones de fauna terrestre por pérdida en la calidad del hábitat.

Medidas propuestas:

- Propiciar la concentración de las obras, con el objetivo de perturbar lo menos posible los ambientes involucrados directamente con el Proyecto.
- Educar a los trabajadores del Proyecto (a través de posters, folletos, carteles y charlas, entre otros), con el objetivo de crear conciencia de la necesidad de conocer, valorar y conservar la fauna. Esto, de manera previa y durante la fase de construcción de las obras.
- En los distintos sectores de intervención del Proyecto y según sus características particulares, instalar letreros con la siguiente indicación, o similar:

  - “Prohibido cazar, capturar o perturbar especies de fauna nativa. Ley de Caza 19.473”.
  - “No circular fuera de los caminos establecidos”
  - “No alimentar a la fauna silvestre”

- Diseño de un reglamento interno que indique lo siguiente:

  - Prohibir estrictamente al personal de las faenas, la caza y colecta de especies animales, tanto del ejemplar como de sus huevos y nidos.
  - Instruir la realización de labores y actividades del Proyecto sólo dentro de las áreas de intervención (obras fluviales). Para ello se recomienda la instalación de cercos provisorios constituido con cintas resaltantes, que establezcan una faja de protección entorno de los humedales, a fin de evitar el tránsito de hombres y vehículos en el entorno inmediato.
  - Prohibir estrictamente al personal de las faenas, la caza y colecta de especies animales, así como el uso de fuego.

- En el caso de que el personal ambiental del proyecto, durante la fase de construcción del proyecto detecte la presencia de madrigueras o nidos de especies beneficiosas o en categorías de conservación, dar cumplimiento al Art. 18 del Reglamento de la Ley de Caza para dar rescate a lo encontrado, en cuyo caso el Titular o el Contratista deberán solicitar un permiso, acompañado de sus respectivos antecedentes a la autoridad competente (SAG), quienes recomendarán las acciones pertinentes.
- De acuerdo al estudio de caracterización de fauna terrestre es pertinente la aplicación de una medida de mitigación, tendiente al rescate y relocalización para las siguientes especies en categoría de conservación:

Clase Reptiles:
- Lagartija de Schröder. *Liolaemus schroederi*
- Lagartija esbelta, *Liolaemus tenuis*
- Lagartija lemniscata, *Liolaemus lemniscatus*
- Lagarto chileno, *Liolaemus chiliensis*

Clase Anfibios:
- Rana grande, *Calyptocephalella gayi*
- Sapo de rulo, *Rhinella arunco*
- Sapito de cuatro ojos, *Pleurodema thaul*
- Realizar una campaña de rescate y relocalización de los vertebrados terrestres de menor movilidad 1 semana antes de iniciar la construcción del proyecto. Los individuos capturados deberán ser relocalizados en áreas aledañas.

3. Impacto potencial: Alteración de hábitat y pérdida de ejemplares de fauna acuática por remoción de sustratos durante la etapa de construcción y mantención de las obras durante la etapa de operación.

Medidas propuestas:

Según el informe de caracterización de la flora y fauna acuática, en terreno se detectó la presencia de fauna acuática nativa en categoría de conservación, por cuanto se recomienda la ejecución de un Plan de rescate y relocalización fauna acuática con el objetivo de evitar la pérdida de ejemplares. Así también, durante la etapa de construcción y operación, se deberá estimar el caudal ecológico que debe entregar la obra de captación para mantener las condiciones hidráulicas mínimas en los cauces para el normal establecimiento de la fauna acuática.

11.4 Costos

11.4.1 Plan de rescate y relocalización de fauna terrestre.

Costos en UF. Incluyen los impuestos y gastos del consultor. Costo válido para 1 campaña de rescate y relocalización. Se realizarán tantas campañas como alteraciones a los cauces se realicen. Cada campaña de terreno tendrá una duración de 5 días, incluyendo viajes, y estará a cargo de un profesional y dos asistentes.

Tabla 11.4.1-1
Rescate y Relocalización Fauna Terrestre

días de terreno	5
campañas	1
total	5

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11.4.1-2
Costo Campaña

ÍTEMES	CANTIDAD	UNIDADES	COSTOS UNIT. UF	COSTO UF
PERSONAL				
Permisos y avisos SAG	6	horas	1	6
Preparación de terreno	4	horas	0,5	2
Profesional terreno	50	horas	1	50
2 Asistentes de terreno	100	horas	0,5	50
Informe	12	horas	1	12
Subtotal personal	**172**	horas		**120**
OPERACIONES				
Equipos de terreno	5	días	4	20
Trampas Sherman	5	días	3	15
Trampas Pit Fall	5	días	2	10
Pit Tags	1	kit	30	30
Subtotal Operaciones				**75**
GASTOS REEMBOLSABLES				
Vehículo	5	días	4	20
Combustibles y peajes	1.000	Km.	0,007	7
Viáticos	15	personas/día	2	30
Subtotal reembolsables				**57**
TOTAL				**252**

Fuente: elaboración propia.

11.4.2 Seguimiento de rescate y relocalización de fauna terrestre

Costos en UF. Incluye impuestos y gastos del consultor. Se informa valor por 1 campaña de terreno, la cual comprende 12 días incluyendo viajes y un equipo de 1 profesional y 1 asistente.

Tabla 11.4.2-1
Seguimiento Fauna Terrestre

días de terreno	12
campañas	1
total	12

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11.4.2-2
Costo Campaña

ÍTEMES	CANTIDAD	UNIDADES	COSTOS UNIT. UF	COSTO UF
PERSONAL				
Preparación de terreno	4	horas	1	4
1 profesional terreno	120	horas	1	120
1 asistente de terreno	120	horas	0,5	60
Informe	8	horas	1	8
Subtotal personal	**162**	horas		**192**
OPERACIONES				
Lector y antena y PIT Tags	12	días	5	60
Trampas Sherman	12	días	3	36
Trampas Pit Fall	12	días	2	24
Gastos generales	1	varios	10	10
Subtotal operaciones	**14**			**130**
GASTOS REEMBOLSABLES				
Vehículos	12	días	4	48
Combustibles y peajes	1.500	Km.	0,007	11
Viáticos	24	personas/día	2	48
Subtotal operaciones				**107**
TOTAL				**429**

Fuente: elaboración propia.

11.4.3 Campaña complementaria flora y fauna acuática.

Costos en UF. Incluye todos los impuestos y gastos del consultor.

Tabla 11.4.3-1
Biota Acuática

días de terreno	12
campañas	1
profesionales	1
asistentes	1
estaciones de terreno	30
total días de terreno	12

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11.4.3-2
Costo Campaña

ÍTEMS	CANTIDAD	UNIDADES	COSTOS UNIT. UF	COSTO UF
PERSONAL				
Preparación terreno	4	horas	0,5	2
Profesional en terreno	120	horas	1	120
Asistente terreno	120	horas	0,5	60
Informe LB Flora y fauna acuática	16	horas	1	16
Subtotal personal	**260**	**horas**		**198**
OPERACIONES				
Laboratorio biológico	60	muestras	1	60
Equipos de terreno	12	días	2	24
Subtotal operaciones				**84**
FONDOS POR RENDIR				
Arriendo vehículo	12	días	3,5	42
Combustibles, peajes	1.500	km	0,007	10
Viáticos	24	personas/día	2	48
Subtotal fondos por rendir				**100**
TOTAL				**382**

Fuente: elaboración propia.

11.4.4 Plan de rescate y relocalización fauna acuática.

Costos en UF. Incluyen los impuestos y gastos del consultor. Costo válido para 1 campaña de rescate y relocalización para 1 alternativa de proyecto (sector). Se realizarán tantas campañas como alteraciones a los cauces se realicen. Cada campaña de terreno tendrá una duración de 3 días, incluyendo viajes, y estará a cargo de un profesional y un asistente.

Tabla 11.4.4-1
Rescate y Relocalización Fauna Acuática

días de terreno	3
campañas	1
total	3

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11.4.4-2
Costo Campaña

ÍTEMS	CANTIDAD	UNIDADES	COSTOS UNIT. UF	COSTO UF
PERSONAL				
Preparación terreno	2	horas	0,5	1
Profesional en terreno	30	horas	1	30
Asistente terreno	30	horas	0,5	15
Informe rescate y relocalización	6	horas	1	6
Subtotal personal	**68**	**horas**		**52**
OPERACIONES				
Equipos de terreno	3	días	2	6
PIT-tags	3	días	2,5	8
Subtotal operaciones				**14**
FONDOS POR RENDIR				
Arriendo vehículo	3	días	3	9
Combustibles, peajes	1.000	km	0,007	7
Viáticos	6	personas/día	2	12
Subtotal fondos por rendir				**28**
TOTAL				**94**

Fuente: elaboración propia.

11.4.5 Plan de monitoreo y seguimiento de fauna acuática.

Costos en UF. Incluye impuestos y gastos del consultor. Se informa valor por 1 campaña de terreno, la cual comprende 12 días incluyendo viajes y un equipo de 1 profesional y 1 asistente.

Tabla 11.4.5-1
Seguimiento Flora y Fauna Acuática

días de terreno	12
campañas	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11.4.5-2
Costo Campaña

ÍTEMS	CANTIDAD	UNIDADES	COSTOS UNIT. UF	COSTO UF
PERSONAL				
Preparación terreno	4	horas	0,5	2
Profesional en terreno	120	horas	1	120
Asistente terreno	120	horas	0,5	60
Informe Plan seguimiento	8	horas	1	8
Subtotal personal	**252**	**horas**		**190**
OPERACIONES				
Laboratorio biológico	60	muestras	1	60
Equipos de terreno	12	días	2	24
Subtotal operaciones				**84**
FONDOS POR RENDIR				
Arriendo vehículo	12	días	3	36
Combustibles, peajes	1.400	km	0,007	10
Viáticos	24	personas/día	2	48
Subtotal fondos por rendir				**94**
TOTAL				**368**

Fuente: elaboración propia.

11.5 Requerimientos y Costos por Proyecto

De acuerdo a la evaluación ambiental realizada, las medidas del Plan de Manejo Ambiental aplicables a cada proyecto son las que se indicó en la Tabla 11.3-1. En la Tabla 11.5-1 siguiente se indican las especificaciones ambientales especiales que se requiere por sector, con indicación de los costos asociados a cada una de ellas.

Tabla 11.5-1
Costos de las Medidas Ambientales Asociadas al Plan de Manejo, por Proyecto

Nº	Proyecto	Estudios Complementarios	Medidas Ambientales Específicas						SUBTOTAL(*)
			Flora y Vegetación Terrestre	Rescate y Relocalización de Fauna Terrestre	Seguimiento, Rescate y Relocalización de Fauna Terrestre	Campaña Complementaria de Flora y Fauna Acuática	Rescate y Relocalización de Fauna Acuática	Seguimiento, Rescate y Relocalización de Fauna Acuática	UF
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
1	Los Cuervos	345		252	429	382			1.408
2	Huenchullamí 3	345				382	94	368	1.189
3	Huenchullamí 2	345				382	94	368	1.189
4	Huenchullamí 1	345				382	94	368	1.189
5	El Valle	345		252	429	382			1.408
6	Reloca	345		252	429	382			1.408
7	Purapel	345				382			727
8	Chanco	345	80			382			807
9	Rahue	345	80			382			807
10	Pelluhue	345				382			727

(*): Más repeticiones durante la construcción y operación. Ver detalle en Tabla 4.5-2
Fuente: Elaboración propia.

(1): Corresponden a estudios complementarios que deberán ser desarrollados en la etapa de diseño de los proyectos. Incluyen los estudios que a continuación se indica y el costo señalado corresponde al área total de los 10 proyectos:

- Flora y Vegetación Terrestre, con un costo de: 263 UF
- Microflora Terrestre, con un costo de: 334 UF
- Fauna Terrestre, con un costo de: 607 UF
- Flora y Fauna Acuática, con un costo de: 515 UF

De donde resulta un total de: 1.719 UF

El costo señalado corresponde al desarrollo de los estudios para los 10 proyectos. Si se desarrollan dichos estudios en forma individual para algún proyecto, el costo sería más alto que directamente el costo proporcional, debido a que se pierden las economías de escala. El costo estimado por proyecto individual es de 345 UF, que corresponde al doble del valor proporcional.

(2): Esta medida ambiental específica se requiere para los proyectos de Chanco y Rahue y el costo estimado para cada uno de ellos es de 80 UF.

(3): Esta medida ambiental específica corresponde a Rescate y Relocalización de Fauna Terrestre y se requiere para los proyectos Los Cuervos, El Valle y Reloca. El costo estimado para cada uno de ellos es de 252 UF.

(4): Esta medida ambiental específica corresponde a Seguimiento Rescate y Relocalización de Fauna Terrestre y se requiere para los proyectos Los Cuervos, El Valle y Reloca. El costo estimado para cada uno de ellos es de 429 UF. Esta medida se debe ejecutar durante el proceso de **construcción** de las obras, con una **frecuencia trimestral**, lo que considerando que la construcción tendría una duración de 3 a 6 meses, implica que durante este período, se deberá realizar 2 veces. Adicionalmente, durante la **operación** de las obras de recarga, se deberá ejecutar con una **frecuencia semestral**, por 3 años, lo que implica que se deberá realizar 6 veces.

(5): Esta medida ambiental específica corresponde a Campaña Complementaria de Flora y Fauna Acuática y se requiere para todos los proyectos. El costo estimado para cada uno es de 382 UF.

(6): Esta medida ambiental específica corresponde a Rescate y Relocalización de Fauna Acuática y se requiere para los proyectos Huenchullamí 1, 2 y 3. El costo estimado para cada uno es de 94 UF.

(7): Esta medida ambiental específica corresponde a Seguimiento Rescate y Relocalización de Fauna Acuática y se requiere para los proyectos Huenchullamí 1, 2 y 3. El costo estimado para cada uno de ellos es de 368 UF. Esta medida se debe ejecutar durante el proceso de **construcción** de las obras, con una **frecuencia**

trimestral, lo que considerando que la construcción tendría una duración de 3 a 6 meses, implica que durante este período, se deberá realizar 2 veces. Adicionalmente, durante la **operación** de las obras de recarga, se deberá ejecutar con una **frecuencia semestral**, por 3 años, lo que implica que se deberá realizar 12 veces.

Tabla 11.5-2
Costo de Implementar las Especificaciones Ambientales Especiales,
Durante la Construcción y Operación de los Proyectos (UF)

Proyecto	*Costo Base*	Especificaciones Ambientales Durante Construcción (*)				TOTAL UF
	UF	Año cero	Año1	Año2	Año3	
Los Cuervos	*1.408*	1.837	858	858	858	4.411
Huenchullamí 3	*1.189*	1.557	736	736	736	3.765
Huenchullamí 2	*1.189*	1.557	736	736	736	3.765
Huenchullamí 1	*1.189*	1.557	736	736	736	3.765
El Valle	*1.408*	1.837	858	858	858	4.411
Reloca	*1.408*	1.837	858	858	858	4.411
Purapel	*727*	727	0	0	0	727
Chanco	*807*	807	0	0	0	807
Rahue	*807*	807	0	0	0	807
Pelluhue	*727*	727	0	0	0	727

(*): Considerando las frecuencias de muestreo durante la construcción (trimestral) y durante los 3 primeros años de operación (semestral).
Fuente: elaboración propia.

11.6 Recomendaciones y Conclusiones

11.6.1 Recomendaciones

Respecto a la Flora y Vegetación Terrestre:

A partir de la información generada durante la campaña de terreno, se han definido cuatro formaciones vegetacionales para el área de estudio, que corresponden principalmente a cultivos agrícolas y plantaciones forestales. Se identificó una escueta presencia de matorral arbustivo y parche de bosque nativo.

Dentro las áreas de estudio total se detectaron 76 especies de flora, de las cuales 3 son endémicas.

Se identificaron dos especie en categoría de conservación (*Adiantum chilense* y *Blechnum hastatum)* Casi Amenazada (NT) para Juan Fernández y Preocupación Menor (LC) para Chile Continental según el D.S. 19/2012 (Ministerio del Medio Ambiente), estas especies se registraron en el Proyecto Rahue y Chanco.

Doce de las especies identificadas para el área de estudio están listadas en el D.S. Nº68 del Ministerio de Agricultura. Sin embargo, de acuerdo a su escasa cobertura

no se considera como una formación xerofítica, por cuanto no amerita la tramitación de un Plan de Trabajo de Formaciones Xerofíticas.

Dada la existencia de dos especies en categoría de conservación, se recomienda circunscribir la corta de vegetación sólo a las áreas estrictas. En consecuencia, desde el punto de vista del componente flora y vegetación, ninguno de los proyectos presenta elementos que impidan su desarrollo.

Respecto a la Fauna Terrestre:

El área de proyecto es altamente heterogénea y se compone de una gran variedad de ambientes con un grado de intervención variable, aunque en términos generales el área se presenta con un considerable grado de intervención. Los fragmentos de bosque nativo presentan árboles exóticos, generando un bosque de tipo mixto. Estas condiciones permiten que una gran cantidad de fauna, incluyendo especies endémicas y/o en categoría de conservación, habiten dentro del área de influencia.

El catastro realizado indica la presencia de 57 especies de vertebrados terrestres, correspondiendo a 48 especies de aves, 5 de reptiles, 3 de anfibios y 1 de mamífero. Resulta de importancia que la totalidad de especies de reptiles, anfibios y mamíferos están listadas en alguna categoría de conservación (Tabla 3 del Anexo 19.2).

Las aves se presentan abundantes y con una alta riqueza en relación a las otras clases (Tabla 4 del Anexo 19.2) en todos los proyectos evaluados. Sin embargo, sólo 3 de las 48 especies registradas están listadas en alguna categoría de conservación. De ellas, el cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*) fue encontrado en el proyecto Los Cuervos y destaca por ser una especie carismática en categoría Vulnerable según la Ley de Caza. La especie más abundante fue el Jote de cabeza negra, aunque prácticamente todos los individuos fueron registrados en el proyecto Purapel Bajo. Le siguen en abundancia el Tordo (*Curaeus curaeus*), el Zorzal (*Turdus falcklandii*) y la Tórtola (*Zenaida auriculata*), todas especies de amplia distribución en el país.

Los sitios con mayor riqueza de especies fueron el proyecto Reloca y el proyecto Los Cuervos. Ambos sitios también destacan por poseer especies listadas en categorías de conservación y que no fueron encontradas en los otros proyectos. Ambos sitios se definen como singulares.

En el muestreo en terreno se registró solo una especie de mamífero de las 25 mencionadas como especies potenciales. Sin embargo, resulta evidente que la riqueza para esta clase se encuentra subestimada debido a la dificultad de observar a la mayoría de las especies de este grupo, así como la escasa detectabilidad de micromamíferos. Al respecto, los lugareños del proyecto El Valle mencionaron la presencia de Zorro Culpeo (*Lycalopex culpaeus*) en el área de tubería. Esta especie tiene un amplio rango de hábitat, por cuanto se espera su presencia en el área de

influencia del proyecto, especialmente en sectores con menor intervención antrópica.

Respecto a la Flora y Fauna Acuática:

De acuerdo a la fauna acuática identificada, se recomienda descartar las alternativas Huenchullamí 1, 2 y 3, en las cuales se detectó la presencia de las especies *Trichomycterus areolatus*, *Basilichthys australis* y *Cheirodon galusdae* (catalogadas Vulnerable) y *Percilia gillissi* (catalogada En Peligro). La ejecución de estas alternativas requeriría implementar medidas adicionales para mantener las poblaciones, como planes de translocación de individuos, restauración de hábitat, entre otras, las cuales debieran evaluarse en forma previa al diseño de las alternativas.

Con el mismo criterio, las alternativas Rahue, Chanco, Pelluhue, Reloca y Los Cuervos, aun cuando también se identificaron especies de fauna acuática en categoría de conservación, incluyendo crustáceos nativos, dominan en abundancia las especies introducidas, entre las cuales destacan la gambusia *Gambussia holbrooki* y los salmónidos *Oncorhynchus mykiss* y *Salmo trutta*. Por lo tanto, aun cuando también se requiere la implementación de medidas de mitigación, es posible la evaluación de las alternativas en aquellos sectores donde ya se presentan alteraciones al hábitat acuático por perturbaciones antrópicas.

Sólo las alternativas El Valle y Purapel Bajo presentan condiciones adecuadas para la construcción y operación de sistemas de recargas por infiltración, considerando que no presentan especies en categoría de conservación y bajo ningún tipo de protección oficial.

11.6.2 Conclusiones

- Considerando la pertinencia de ingreso al SEIA, no hay diferencia entre los perfiles de proyectos analizados, dado que ninguno de ellos está obligado a ingresar al sistema. No obstante, se recomienda que los proyectos Chanco y Rahue, ingresen voluntariamente al SEIA mediante una DIA, en atención a la cercanía que tienen con la Reserva Nacional Federico Albert.
- De acuerdo a los hallazgos del análisis ambiental realizado, hay algunos sectores más sensibles a la realización de los proyectos, como por ejemplo los sectores Chanco y Rahue, pues en cuanto a Flora y Vegetación Terrestre, se encuentran presentes en sus áreas de influencia, dos especies en categoría de conservación: *Adiantum chilense (palito negro)* y *Blechnum hastatum (palmita).* En cuanto a Fauna Terrestre, las áreas de influencia de los proyectos Los Cuervos y Reloca, se han definido como “singulares”, debido a la presencia de algunas especies en categoría de conservación, que

no fueron encontradas en otros proyectos, como el cisne de cuello negro, en Los Cuervos y Coipo, Sapo de Rulo, Rana Grande y otros en Reloca.

- Considerando la mayor abundancia de especies vulnerables o en alguna categoría de conservación, y los potenciales impactos ambientales que podrían producir los proyectos, se puede decir que los proyectos menos recomendables para ser desarrollados son: Huenchullamí 3, 2 y 1, y en menor medida: Los Cuervos, Reloca, Chanco y Rahue.
- En cuanto a costos de implementación de los estudios complementarios y especificaciones ambientales especiales, los proyectos que requieren mayor inversión son: Los Curvos, El Valle y Reloca (4.411 UF cada uno), seguidos de los proyectos Huenchullamí 1, 2 y 3 (3.765 UF cada uno). Los que requieren menor inversión en medidas ambientales son: Chanco y Rahue (807 UF cada uno) y Purapel y Pelluhue (727 UF cada uno).
- Sólo las alternativas El Valle y Purapel Bajo presentan condiciones adecuadas para la construcción y operación de sistemas de recargas por infiltración, considerando que no presentan especies en categoría de conservación y bajo ningún tipo de protección oficial.
- Considerando las variables ambientales señaladas, los proyectos más favorables serían Purapel y Pelluhue.
- La estimación de los proyectos donde se producirían los impactos identificados dio origen a un Plan de Medidas Ambientales y sus costos. Sin embargo, esto podría requerir algún ajuste en la eventualidad que alguno de los impactos se produjese en sectores donde inicialmente no fue considerado. Es por ello que en el capítulo correspondiente se ha dejado explícitamente señalada esta situación.

12 ANÁLISIS DE COSTOS

Un proyecto de Recarga Artificial de Acuífero incluye una serie de obras y actividades que representan el costo total de construir, operar y mantener la infraestructura necesaria para materializar dicho proceso.

En este capítulo se han determinado los costos de las inversiones totales requeridas en cada perfil, es decir, considerando además del costo de las obras de recarga, las obras anexas y del equipamiento mecánico.

Los Precios Unitarios utilizados en este estudio, a nivel de perfil, para efectos de valorizar los costos de las obras han sido obtenidos de actualizar según IPC los precios unitarios de los últimos estudios de proyectos de recarga artificial, a nivel de prefactibilidad y de perfil, desarrollados por este Consultor para la CNR y DGA, en 2012 y 2013, respectivamente. Esta actualización de los valores corresponde a un incremento de un 3%, que puede variar en algunos casos por efectos de aproximación para utilizar cifras redondas.

En este capítulo se han estimado los costos de construcción de las obras de recarga. Los costos de otros ítems u obras complementarias que pudiese requerirse, como expropiaciones y mitigación de eventuales impactos ambientales, son detallados más adelante, previo a la evaluación económica de los proyectos.

A continuación se presenta el resultado del análisis general de costos para los tipos de obras y equipamiento requeridos en los proyectos. Posteriormente, se presentan, los costos resultantes asociados a las cubicaciones de obras de cada proyecto. Todas las tablas donde se incluye la información señalada son de elaboración propia.

Los costos presentados están basados principalmente en los costos de proyectos de recarga del Estudio “Investigación Recarga Artificial Acuíferos Cuencas del Río Choapa y Quilimarí”, DGA, Dic. 2012, actualizados según IPC (3%). Ellos incluyen suministro, transporte y colocación de los materiales. En los rellenos, no se consideran empréstitos, se realizarán con el mismo material de las excavaciones. Los rellenos incluyen compactación. El valor del hormigón incluye moldajes. El sensor de nivel habilitado para telemetría incluye sistema de batería y cableado para operar en forma autónoma. Los cercos perimetrales considerados son tipo Cerco Normal de Cinco Alambres. Los piezómetros de monitoreo son obras complementarias que se deben contratar a empresas especializadas, diferentes de las que construirán las obras de recarga, por lo que se debe considerar la instalación de faenas, de esta nueva obra. La interrupción de faenas en los contratos de perforación se valoriza por horas y es para la eventualidad que se deba suspender temporalmente la faena por razones no atribuibles al contratista. El PVC considerado es el que se utiliza habitualmente en estas obras.

Tabla 12-1
Costos Unitarios de Obras y Equipamiento para los
Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos, a Nivel de Perfil

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P.U. ($)
A	**INSTALACIÓN Y LEVANTE DE FAENAS**	gl	3.100.000
B	**PREPARACIÓN DEL TERRENO**		
	- Roce y Limpieza	ha	300.000
C	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**		
	- Excavaciones		
	Excavación para Encauzamiento	m3	4.000
	Excavación para Aducción y Descarga	m3	4.000
	Excavación para Decantador	m3	4.000
	Excavación para Obra de Recarga	m3	4.000
	- Rellenos		
	Relleno para Encauzamiento o Pretil	m3	4.000
	Relleno para Aducción y Descarga	m3	4.000
	Relleno para Decantador	m3	4.000
	Relleno para Obra de Recarga	m3	4.000
	- Retiro de Excedentes		
	Retiro de Excedentes Encauzamiento	m3	3.800
	Retiro de Excedentes Aducción y Descarga	m3	3.800
	Retiro de Excedentes Decantador	m3	3.800
	Retiro de Excedentes Obra de Recarga	m3	3.800
D	**OBRAS CIVILES**		
	- Aducción HDPE	m	31.100
	- Hormigón H-30 (obras especiales en captación y aducción)	m3	155.000
	- Acero para Armaduras	kg	1.200
	- Estuco	m2	13.500
E	**OBRAS ESPECIALES**		
	- Compuertas (de acero, más vástago y volante)	Nº	55.000
	- Aforador Parshall	Nº	1.200.000
	- Sensor de nivel y habilitación telemetría	Nº	2.600.000
	- Regleta para Monitoreo de Nivel en Obra de Recarga	Nº	160.000
	- Cerco Perimetral Obra de Recarga	m	2.400
	- Obras de Arte en Aducción	gl	2.000.000
F	**OBRA DE PROTECCIÓN CONTRA CRECIDAS**		
	- Enrocado de Protección, ó	m3	4.300
	- Vertedero Evacuador de Crecidas	m3	200.000
G	**PIEZÓMETROS DE MONITOREO**		
	- Instalación y levante de faenas	gl	3.100.000
	- Perforación $ø_{min}$ = 8".	m	350.000
	- Entubación cañería PVC ø = 3" sch. 80	m	65.000
	- Tubería ranurada PVC ø = 3", Slot 40, sch. 80	m	72.000
	- Suministro y colocación de filtro granular.	m	61.000
	- Sello y brocal de hormigón.	gl	295.000
	- Tapa del pozo.	gl	65.000
	- Interrupción de faenas	hr	33.000
	- Plano de construcción e informe final	gl	300.000
H	**OBRAS DE CAPTACIÓN**		
	- Construcción y habilitación Sondajes (variable por proyecto)	gl	8.000.000

Fuente: Elaboración propia a partir de costos actualizados (IPC) de las partidas, incluidos en estudios de recarga CNR - Ligua y Petorca y DGA - Choapa y Quilimarí, 2012 y 2013, respectivamente.

Tabla 12-2
Costo Estimado Obras para el Proyecto de Recarga Artificial de Los Cuervos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO TOTAL
				($)	($)
A	**INSTALACIÓN Y LEVANTE DE FAENAS**	gl	1	3.100.000	3.100.000
B	**PREPARACIÓN DEL TERRENO**				
	- Roce y Limpieza	ha	0,5	300.000	149.505
C	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				
	- Excavaciones				
	Excavación para Encauzamiento	m3	0,0	4.000	0
	Excavación para Aducción y Descarga	m3	1.595	4.000	6.380.000
	Excavación para Decantador	m3	550	4.000	2.200.000
	Excavación para Obra de Recarga	m3	20.400	4.000	81.600.000
	- Rellenos				
	Relleno para Encauzamiento o Pretil	m3	211	4.000	843.000
	Relleno para Aducción y Descarga	m3	40	4.000	159.500
	Relleno para Decantador	m3	71	4.000	285.000
	Relleno para Obra de Recarga	m3	204	4.000	816.000
	- Retiro de Excedentes				
	Retiro de Excedentes Encauzamiento	m3	0,0	3.800	0
	Retiro de Excedentes Aducción y Descarga	m3	1.555	3.800	5.909.475
	Retiro de Excedentes Decantador	m3	479	3.800	1.819.250
	Retiro de Excedentes Obra de Recarga	m3	20.196	3.800	76.744.800
D	**OBRAS CIVILES**				
	- Hormigón H-30	m3	4	155.000	620.000
	- Acero para Armaduras	kg	320	1.200	384.000
	- Estuco	m2	12	13.500	162.000
E	**OBRAS ESPECIALES**				
	- Compuertas	Nº	2	55.000	110.000
	- Aforador Parshall	Nº	2	1.200.000	2.400.000
	- Sensor de nivel y habilitación telemetría	Nº	2	2.600.000	5.200.000
	- Regleta Monitoreo Nivel en Obra de Recarga	Nº	4	160.000	640.000
	- Cerco Perimetral Obra de Recarga	m	1.795	2.400	4.308.000
	- Obras de Arte en Aducción	gl	2	2.000.000	4.000.000
F	**OBRA DE PROTECCIÓN CONTRA CRECIDAS**				
	- Enrocado de Protección, ó	m3	0	4.300	0
	- Vertedero Evacuador de Crecidas	m3	12	200.000	2.400.000
G	**PIEZÓMETROS DE MONITOREO**				
	- Instalación y levante de faenas	gl	1	3.100.000	3.100.000
	- Perforación $ø_{min}$ = 8".	m	125	350.000	43.750.000
	- Entubación cañería PVC ø = 3" sch. 80	m	37,5	65.000	2.437.500
	- Tubería ranurada PVC ø = 3", Slot 40, sch. 80	m	90	72.000	6.480.000
	- Suministro y colocación de filtro granular.	m	115	61.000	7.015.000
	- Sello y brocal de hormigón.	gl	5	295.000	1.475.000
	- Tapa del pozo según plano de proyecto.	gl	5	65.000	325.000
	- Interrupción de faenas	hr	24	33.000	792.000
	- Plano de construcción e informe final	gl	5	300.000	1.500.000
H	**OBRAS DE CAPTACIÓN**				
	- Construcción y habilitación Sondajes	gl	2	8.000.000	16.000.000
	TOTAL COSTO DIRECTO	$			283.105.030
	GG, IMPREVISTOS y UTILIDADES (45%)	$			127.397.264
	SUBTOTAL	$			410.502.294
	19% IVA	$			77.995.436
	COSTO TOTAL	$			488.497.729

Tabla 12-3
Costo Estimado Obras para el Proyecto de Recarga Artificial de Huenchullamí 3

ÍTEM	ÍTEM	ÍTEM	ÍTEM	PU	COSTO TOTAL
				($)	($)
A	**INSTALACIÓN Y LEVANTE DE FAENAS**	gl	1	3.100.000	3.100.000
B	**PREPARACIÓN DEL TERRENO**				
	- Roce y Limpieza	ha	1,3	300.000	391.875
C	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				
	- Excavaciones				
	Excavación para Encauzamiento	m3	5,9	4.000	23.400
	Excavación para Aducción y Descarga	m3	1.829	4.000	7.316.000
	Excavación para Decantador	m3	360	4.000	1.440.000
	Excavación para Obra de Recarga	m3	2.880	4.000	11.520.000
	- Rellenos				
	Relleno para Encauzamiento o Pretil	m3	59	4.000	234.000
	Relleno para Aducción y Descarga	m3	46	4.000	182.900
	Relleno para Decantador	m3	57	4.000	228.000
	Relleno para Obra de Recarga	m3	29	4.000	115.200
	- Retiro de Excedentes				
	Retiro de Excedentes Encauzamiento	m3	5,9	3.800	22.230
	Retiro de Excedentes Aducción y Descarga	m3	1.783	3.800	6.776.445
	Retiro de Excedentes Decantador	m3	303	3.800	1.151.400
	Retiro de Excedentes Obra de Recarga	m3	2.851	3.800	10.834.560
D	**OBRAS CIVILES**				
	- Aducción HDPE	m	2.613	31.100	81.264.300
	- Hormigón H-30	m3	4	155.000	620.000
	- Acero para Armaduras	kg	320	1.200	384.000
	- Estuco	m2	12	13.500	162.000
E	**OBRAS ESPECIALES**				
	- Compuertas	Nº	2	55.000	110.000
	- Aforador Parshall	Nº	1	1.200.000	1.200.000
	- Sensor de nivel y habilitación telemetría	Nº	1	2.600.000	2.600.000
	- Regleta Monitoreo Nivel en Obra de Recarga	Nº	2	160.000	320.000
	- Cerco Perimetral Obra de Recarga	m	316	2.400	758.400
	- Obras de Arte en Aducción	gl	4	2.000.000	8.000.000
F	**OBRA DE PROTECCIÓN CONTRA CRECIDAS**				
	- Enrocado de Protección, ó	m3	90	4.300	387.000
	- Vertedero Evacuador de Crecidas	m3	0	200.000	0
G	**PIEZÓMETROS DE MONITOREO**				
	- Instalación y levante de faenas	gl	1	3.100.000	3.100.000
	- Perforación ϕ_{min} = 8”.	m	50	350.000	17.500.000
	- Entubación cañería PVC ø = 3” sch. 80	m	22,5	65.000	1.462.500
	- Tubería ranurada PVC ø = 3”, Slot 40, sch. 80	m	30	72.000	2.160.000
	- Suministro y colocación de filtro granular.	m	40	61.000	2.440.000
	- Sello y brocal de hormigón.	gl	5	295.000	1.475.000
	- Tapa del pozo según plano de proyecto.	gl	5	65.000	325.000
	- Interrupción de faenas	hr	24	33.000	792.000
	- Plano de construcción e informe final	gl	5	300.000	1.500.000
H	**OBRAS DE CAPTACIÓN**				
	- Construcción y habilitación Sondajes	gl	2	8.000.000	16.000.000
	TOTAL COSTO DIRECTO	$			185.896.210
	GG, IMPREVISTOS y UTILIDADES (45%)	$			83.653.295
	SUBTOTAL	$			269.549.505
	19% IVA	$			51.214.406
	COSTO TOTAL	$			320.763.910

Tabla 12-4
Costo Estimado Obras para el Proyecto de Recarga Artificial de Huenchullamí 2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO TOTAL
				($)	($)
A	**INSTALACIÓN Y LEVANTE DE FAENAS**	gl	1	3.100.000	3.100.000
B	**PREPARACIÓN DEL TERRENO**				
	- Roce y Limpieza	ha	0,6	300.000	188.700
C	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				
	- Excavaciones				
	Excavación para Encauzamiento	m3	4,3	4.000	17.336
	Excavación para Aducción y Descarga	m3	881	4.000	3.524.000
	Excavación para Decantador	m3	290	4.000	1.160.000
	Excavación para Obra de Recarga	m3	10.320	4.000	41.280.000
	- Rellenos				
	Relleno para Encauzamiento o Pretil	m3	43	4.000	173.360
	Relleno para Aducción y Descarga	m3	22	4.000	88.100
	Relleno para Decantador	m3	52	4.000	207.000
	Relleno para Obra de Recarga	m3	103	4.000	412.800
	- Retiro de Excedentes				
	Retiro de Excedentes Encauzamiento	m3	4,3	3.800	16.469
	Retiro de Excedentes Aducción y Descarga	m3	859	3.800	3.264.105
	Retiro de Excedentes Decantador	m3	238	3.800	905.350
	Retiro de Excedentes Obra de Recarga	m3	10.217	3.800	38.823.840
D	**OBRAS CIVILES**				
	- Aducción HDPE	m	1.258	31.100	39.123.800
	- Hormigón H-30	m3	4	155.000	620.000
	- Acero para Armaduras	kg	320	1.200	384.000
	- Estuco	m2	12	13.500	162.000
E	**OBRAS ESPECIALES**				
	- Compuertas	Nº	2	55.000	110.000
	- Aforador Parshall	Nº	1	1.200.000	1.200.000
	- Sensor de nivel y habilitación telemetría	Nº	1	2.600.000	2.600.000
	- Regleta Monitoreo Nivel en Obra de Recarga	Nº	2	160.000	320.000
	- Cerco Perimetral Obra de Recarga	m	929	2.400	2.229.600
	- Obras de Arte en Aducción	gl	2	2.000.000	4.000.000
F	**OBRA DE PROTECCIÓN CONTRA CRECIDAS**				
	- Enrocado de Protección, ó	m3	45	4.300	193.500
	- Vertedero Evacuador de Crecidas	m3	0	200.000	0
G	**PIEZÓMETROS DE MONITOREO**				
	- Instalación y levante de faenas	gl	1	3.100.000	3.100.000
	- Perforación ϕ_{min} = 8”.	m	50	350.000	17.500.000
	- Entubación cañería PVC ø = 3” sch. 80	m	22,5	65.000	1.462.500
	- Tubería ranurada PVC ø = 3”, Slot 40, sch. 80	m	30	72.000	2.160.000
	- Suministro y colocación de filtro granular.	m	40	61.000	2.440.000
	- Sello y brocal de hormigón.	gl	5	295.000	1.475.000
	- Tapa del pozo según plano de proyecto.	gl	5	65.000	325.000
	- Interrupción de faenas	hr	24	33.000	792.000
	- Plano de construcción e informe final	gl	5	300.000	1.500.000
H	**OBRAS DE CAPTACIÓN**				
	- Construcción y habilitación Sondajes	gl	2	8.000.000	16.000.000
	TOTAL COSTO DIRECTO	$			190.858.460
	GG, IMPREVISTOS y UTILIDADES (45%)	$			85.886.307
	SUBTOTAL	$			276.744.767
	19% IVA	$			52.581.506
	COSTO TOTAL	$			329.326.273

Tabla 12-5
Costo Estimado Obras para el Proyecto de Recarga Artificial de Huenchullamí 1

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO TOTAL
				($)	($)
A	**INSTALACIÓN Y LEVANTE DE FAENAS**	gl	1	3.100.000	3.100.000
B	**PREPARACIÓN DEL TERRENO**				
	- Roce y Limpieza	ha	0,7	300.000	209.700
C	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				
	- Excavaciones				
	Excavación para Encauzamiento	m3	0,0	4.000	0
	Excavación para Aducción y Descarga	m3	1.510	4.000	6.040.000
	Excavación para Decantador	m3	90	4.000	360.000
	Excavación para Obra de Recarga	m3	300	4.000	1.200.000
	- Rellenos				
	Relleno para Encauzamiento o Pretil	m3	278	4.000	1.111.520
	Relleno para Aducción y Descarga	m3	38	4.000	151.000
	Relleno para Decantador	m3	29	4.000	114.000
	Relleno para Obra de Recarga	m3	3	4.000	12.000
	- Retiro de Excedentes				
	Retiro de Excedentes Encauzamiento	m3	0,0	3.800	0
	Retiro de Excedentes Aducción y Descarga	m3	1.472	3.800	5.594.550
	Retiro de Excedentes Decantador	m3	62	3.800	233.700
	Retiro de Excedentes Obra de Recarga	m3	297	3.800	1.128.600
D	**OBRAS CIVILES**				
	- Hormigón H-30	m3	2	155.000	310.000
	- Acero para Armaduras	kg	160	1.200	192.000
	- Estuco	m2	6	13.500	81.000
E	**OBRAS ESPECIALES**				
	- Compuertas	Nº	2	55.000	110.000
	- Aforador Parshall	Nº	1	1.200.000	1.200.000
	- Sensor de nivel y habilitación telemetría	Nº	1	2.600.000	2.600.000
	- Regleta Monitoreo Nivel en Obra de Recarga	Nº	2	160.000	320.000
	- Cerco Perimetral Obra de Recarga	m	118	2.400	283.200
	- Obras de Arte en Aducción	gl	3	2.000.000	6.000.000
F	**OBRA DE PROTECCIÓN CONTRA CRECIDAS**				
	- Enrocado de Protección, ó	m3	0	4.300	0
	- Vertedero Evacuador de Crecidas	m3	72	200.000	14.400.000
G	**PIEZÓMETROS DE MONITOREO**				
	- Instalación y levante de faenas	gl	1	3.100.000	3.100.000
	- Perforación ϕ_{min} = 8”.	m	50	350.000	17.500.000
	- Entubación cañería PVC ø = 3” sch. 80	m	22,5	65.000	1.462.500
	- Tubería ranurada PVC ø = 3”, Slot 40, sch. 80	m	30	72.000	2.160.000
	- Suministro y colocación de filtro granular.	m	40	61.000	2.440.000
	- Sello y brocal de hormigón.	gl	5	295.000	1.475.000
	- Tapa del pozo según plano de proyecto.	gl	5	65.000	325.000
	- Interrupción de faenas	hr	24	33.000	792.000
	- Plano de construcción e informe final	gl	5	300.000	1.500.000
H	**OBRAS DE CAPTACIÓN**				
	- Construcción y habilitación Sondajes	gl	1	8.000.000	8.000.000
	TOTAL COSTO DIRECTO	$			83.505.770
	GG, IMPREVISTOS y UTILIDADES (45%)	$			37.577.597
	SUBTOTAL	$			121.083.367
	19% IVA	$			23.005.840
	COSTO TOTAL	$			144.089.206

Tabla 12-6
Costo Estimado Obras para el Proyecto de Recarga Artificial de El Valle

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. ($)	COSTO TOTAL ($)
A	**INSTALACIÓN Y LEVANTE DE FAENAS**	gl	1	3.100.000	3.100.000
B	**PREPARACIÓN DEL TERRENO**				
	- Roce y Limpieza	ha	0,5	300.000	149.862
C	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				
	- Excavaciones				
	Excavación para Encauzamiento	m3	2,1	4.000	8.400
	Excavación para Aducción y Descarga	m3	1.079	4.000	4.316.040
	Excavación para Decantador	m3	1.050	4.000	4.200.000
	Excavación para Obra de Recarga	m3	5.000	4.000	20.000.000
	- Rellenos				
	Relleno para Encauzamiento o Pretil	m3	21	4.000	84.000
	Relleno para Aducción y Descarga	m3	27	4.000	107.901
	Relleno para Decantador	m3	107	4.000	426.000
	Relleno para Obra de Recarga	m3	225	4.000	900.000
	- Retiro de Excedentes				
	Retiro de Excedentes Encauzamiento	m3	2,1	3.800	7.980
	Retiro de Excedentes Aducción y Descarga	m3	1.052	3.800	3.997.732
	Retiro de Excedentes Decantador	m3	944	3.800	3.585.300
	Retiro de Excedentes Obra de Recarga	m3	4.775	3.800	18.145.000
D	**OBRAS CIVILES**				
	- Hormigón H-30	m3	4	155.000	620.000
	- Acero para Armaduras	kg	320	1.200	384.000
	- Estuco	m2	12	13.500	162.000
E	**OBRAS ESPECIALES**				
	- Compuertas	Nº	2	55.000	110.000
	- Aforador Parshall	Nº	1	1.200.000	1.200.000
	- Sensor de nivel y habilitación telemetría	Nº	1	2.600.000	2.600.000
	- Regleta Monitoreo Nivel en Obra de Recarga	Nº	2	160.000	320.000
	- Cerco Perimetral Obra de Recarga	m	442	2.400	1.060.800
	- Obras de Arte en Aducción	gl	2	2.000.000	4.000.000
F	**OBRA DE PROTECCIÓN CONTRA CRECIDAS**				
	- Enrocado de Protección, ó	m3	45	4.300	193.500
	- Vertedero Evacuador de Crecidas	m3	0	200.000	0
G	**PIEZÓMETROS DE MONITOREO**				
	- Instalación y levante de faenas	gl	1	3.100.000	3.100.000
	- Perforación $ø_{min}$ = 8”.	m	50	350.000	17.500.000
	- Entubación cañería PVC ø = 3” sch. 80	m	22,5	65.000	1.462.500
	- Tubería ranurada PVC ø = 3”, Slot 40, sch. 80	m	30	72.000	2.160.000
	- Suministro y colocación de filtro granular.	m	40	61.000	2.440.000
	- Sello y brocal de hormigón.	gl	5	295.000	1.475.000
	- Tapa del pozo según plano de proyecto.	gl	5	65.000	325.000
	- Interrupción de faenas	hr	24	33.000	792.000
	- Plano de construcción e informe final	gl	5	300.000	1.500.000
H	**OBRAS DE CAPTACIÓN**				
	- Construcción y habilitación Sondajes	gl	5	10.000.000	50.000.000
	TOTAL COSTO DIRECTO	$			150.433.015
	GG, IMPREVISTOS y UTILIDADES (45%)	$			67.694.857
	SUBTOTAL	$			218.127.872
	19% IVA	$			41.444.296
	COSTO TOTAL	$			259.572.167

Tabla 12-7
Costo Estimado Obras para el Proyecto de Recarga Artificial de Reloca

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. ($)	COSTO TOTAL ($)
A	**INSTALACIÓN Y LEVANTE DE FAENAS**	gl	1	3.100.000	3.100.000
B	**PREPARACIÓN DEL TERRENO**				
	- Roce y Limpieza	ha	0,4	300.000	123.128
C	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				
	- Excavaciones				
	Excavación para Encauzamiento	m3	6,0	4.000	24.164
	Excavación para Aducción y Descarga	m3	887	4.000	3.548.000
	Excavación para Decantador	m3	110	4.000	440.000
	Excavación para Obra de Recarga	m3	16.800	4.000	67.200.000
	- Rellenos				
	Relleno para Encauzamiento o Pretil	m3	60	4.000	241.640
	Relleno para Aducción y Descarga	m3	22	4.000	88.700
	Relleno para Decantador	m3	32	4.000	126.000
	Relleno para Obra de Recarga	m3	168	4.000	672.000
	- Retiro de Excedentes				
	Retiro de Excedentes Encauzamiento	m3	6,0	3.800	22.956
	Retiro de Excedentes Aducción y Descarga	m3	865	3.800	3.286.335
	Retiro de Excedentes Decantador	m3	79	3.800	298.300
	Retiro de Excedentes Obra de Recarga	m3	16.632	3.800	63.201.600
D	**OBRAS CIVILES**				
	- Hormigón H-30	m3	2	155.000	310.000
	- Acero para Armaduras	kg	160	1.200	192.000
	- Estuco	m2	6	13.500	81.000
E	**OBRAS ESPECIALES**				
	- Compuertas	Nº	2	55.000	110.000
	- Aforador Parshall	Nº	1	1.200.000	1.200.000
	- Sensor de nivel y habilitación telemetría	Nº	1	2.600.000	2.600.000
	- Regleta Monitoreo Nivel en Obra de Recarga	Nº	2	160.000	320.000
	- Cerco Perimetral Obra de Recarga	m	1.442	2.400	3.460.800
	- Obras de Arte en Aducción	gl	2	2.000.000	4.000.000
F	**OBRA DE PROTECCIÓN CONTRA CRECIDAS**				
	- Enrocado de Protección, ó	m3	45	4.300	193.500
	- Vertedero Evacuador de Crecidas	m3	0	200.000	0
G	**PIEZÓMETROS DE MONITOREO**				
	- Instalación y levante de faenas	gl	1	3.100.000	3.100.000
	- Perforación $ø_{min}$ = 8”.	m	50	350.000	17.500.000
	- Entubación cañería PVC ø = 3” sch. 80	m	22,5	65.000	1.462.500
	- Tubería ranurada PVC ø = 3”, Slot 40, sch. 80	m	30	72.000	2.160.000
	- Suministro y colocación de filtro granular.	m	40	61.000	2.440.000
	- Sello y brocal de hormigón.	gl	5	295.000	1.475.000
	- Tapa del pozo según plano de proyecto.	gl	5	65.000	325.000
	- Interrupción de faenas	hr	24	33.000	792.000
	- Plano de construcción e informe final	gl	5	300.000	1.500.000
H	**OBRAS DE CAPTACIÓN**				
	- Construcción y habilitación Sondajes	gl	1	14.000.000	14.000.000
	TOTAL COSTO DIRECTO	$			199.594.622
	GG, IMPREVISTOS y UTILIDADES (45%)	$			89.817.580
	SUBTOTAL	$			289.412.202
	19% IVA	$			54.988.318
	COSTO TOTAL	$			344.400.521

Tabla 12-8
Costo Estimado Obras para el Proyecto de Recarga Artificial de Purapel

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO TOTAL
				($)	($)
A	**INSTALACIÓN Y LEVANTE DE FAENAS**	gl	1	3.100.000	3.100.000
B	**PREPARACIÓN DEL TERRENO**				
	- Roce y Limpieza	ha	0,6	300.000	190.530
C	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				
	- Excavaciones				
	Excavación para Encauzamiento	m3	2,9	4.000	11.400
	Excavación para Aducción y Descarga	m3	1.372	4.000	5.487.280
	Excavación para Decantador	m3	1.020	4.000	4.080.000
	Excavación para Obra de Recarga	m3	6.000	4.000	24.000.000
	- Rellenos				
	Relleno para Encauzamiento o Pretil	m3	29	4.000	114.000
	Relleno para Aducción y Descarga	m3	34	4.000	137.182
	Relleno para Decantador	m3	107	4.000	426.000
	Relleno para Obra de Recarga	m3	240	4.000	960.000
	- Retiro de Excedentes				
	Retiro de Excedentes Encauzamiento	m3	2,9	3.800	10.830
	Retiro de Excedentes Aducción y Descarga	m3	1.338	3.800	5.082.593
	Retiro de Excedentes Decantador	m3	914	3.800	3.471.300
	Retiro de Excedentes Obra de Recarga	m3	5.760	3.800	21.888.000
D	**OBRAS CIVILES**				
	- Hormigón H-30	m3	4	155.000	620.000
	- Acero para Armaduras	kg	320	1.200	384.000
	- Estuco	m2	12	13.500	162.000
E	**OBRAS ESPECIALES**				
	- Compuertas	Nº	2	55.000	110.000
	- Aforador Parshall	Nº	1	1.200.000	1.200.000
	- Sensor de nivel y habilitación telemetría	Nº	1	2.600.000	2.600.000
	- Regleta Monitoreo Nivel en Obra de Recarga	Nº	2	160.000	320.000
	- Cerco Perimetral Obra de Recarga	m	462	2.400	1.108.800
	- Obras de Arte en Aducción	gl	2	2.000.000	4.000.000
F	**OBRA DE PROTECCIÓN CONTRA CRECIDAS**				
	- Enrocado de Protección, ó	m3	90	4.300	387.000
	- Vertedero Evacuador de Crecidas	m3	0	200.000	0
G	**PIEZÓMETROS DE MONITOREO**				
	- Instalación y levante de faenas	gl	1	3.100.000	3.100.000
	- Perforación $ø_{min}$ = 8".	m	50	350.000	17.500.000
	- Entubación cañería PVC ø = 3" sch. 80	m	22,5	65.000	1.462.500
	- Tubería ranurada PVC ø = 3", Slot 40, sch. 80	m	30	72.000	2.160.000
	- Suministro y colocación de filtro granular.	m	40	61.000	2.440.000
	- Sello y brocal de hormigón.	gl	5	295.000	1.475.000
	- Tapa del pozo según plano de proyecto.	gl	5	65.000	325.000
	- Interrupción de faenas	hr	24	33.000	792.000
	- Plano de construcción e informe final	gl	5	300.000	1.500.000
H	**OBRAS DE CAPTACIÓN**				
	- Construcción y habilitación Sondajes	gl	6	18.000.000	108.000.000
	TOTAL COSTO DIRECTO	$			218.605.415
	GG, IMPREVISTOS y UTILIDADES (45%)	$			98.372.437
	SUBTOTAL	$			316.977.852
	19% IVA	$			60.225.792
	COSTO TOTAL	$			377.203.644

Tabla 12-9
Costo Estimado Obras para el Proyecto de Recarga Artificial de Chanco

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. ($)	COSTO TOTAL ($)
A	**INSTALACIÓN Y LEVANTE DE FAENAS**	gl	1	3.100.000	3.100.000
B	**PREPARACIÓN DEL TERRENO**				
	- Roce y Limpieza	ha	2,3	300.000	689.210
C	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				
	- Excavaciones				
	Excavación para Encauzamiento	m3	2,9	4.000	11.700
	Excavación para Aducción y Descarga	m3	2.770	4.000	11.080.960
	Excavación para Decantador	m3	60	4.000	240.000
	Excavación para Obra de Recarga	m3	1.500	4.000	6.000.000
	- Rellenos				
	Relleno para Encauzamiento o Pretil	m3	29	4.000	117.000
	Relleno para Aducción y Descarga	m3	69	4.000	277.024
	Relleno para Decantador	m3	24	4.000	96.000
	Relleno para Obra de Recarga	m3	120	4.000	480.000
	- Retiro de Excedentes				
	Retiro de Excedentes Encauzamiento	m3	2,9	3.800	11.115
	Retiro de Excedentes Aducción y Descarga	m3	2.701	3.800	10.263.739
	Retiro de Excedentes Decantador	m3	36	3.800	136.800
	Retiro de Excedentes Obra de Recarga	m3	1.380	3.800	5.244.000
D	**OBRAS CIVILES**				
	- Aducción HDPE	m	2.407	31.100	74.857.700
	- Hormigón H-30	m3	2	155.000	310.000
	- Acero para Armaduras	kg	160	1.200	192.000
	- Estuco	m2	6	13.500	81.000
E	**OBRAS ESPECIALES**				
	- Compuertas	Nº	2	55.000	110.000
	- Aforador Parshall	Nº	1	1.200.000	1.200.000
	- Sensor de nivel y habilitación telemetría	Nº	1	2.600.000	2.600.000
	- Regleta Monitoreo Nivel en Obra de Recarga	Nº	2	160.000	320.000
	- Cerco Perimetral Obra de Recarga	m	192	2.400	460.800
	- Obras de Arte en Aducción	gl	6	2.000.000	12.000.000
F	**OBRA DE PROTECCIÓN CONTRA CRECIDAS**				
	- Enrocado de Protección, ó	m3	45	4.300	193.500
	- Vertedero Evacuador de Crecidas	m3	0	200.000	0
G	**PIEZÓMETROS DE MONITOREO**				
	- Instalación y levante de faenas	gl	1	3.100.000	3.100.000
	- Perforación $ø_{min}$ = 8".	m	75	350.000	26.250.000
	- Entubación cañería PVC ø = 3" sch. 80	m	17,5	65.000	1.137.500
	- Tubería ranurada PVC ø = 3", Slot 40, sch. 80	m	60	72.000	4.320.000
	- Suministro y colocación de filtro granular.	m	65	61.000	3.965.000
	- Sello y brocal de hormigón.	gl	5	295.000	1.475.000
	- Tapa del pozo según plano de proyecto.	gl	5	65.000	325.000
	- Interrupción de faenas	hr	24	33.000	792.000
	- Plano de construcción e informe final	gl	5	300.000	1.500.000
H	**OBRAS DE CAPTACIÓN**				
	- Construcción y habilitación Sondajes	gl	1	8.000.000	8.000.000
	TOTAL COSTO DIRECTO	$			180.937.048
	GG, IMPREVISTOS y UTILIDADES (45%)	$			81.421.671
	SUBTOTAL	$			262.358.719
	19% IVA	$			49.848.157
	COSTO TOTAL	$			312.206.876

Tabla 12-10
Costo Estimado Obras para el Proyecto de Recarga Artificial de Rahue

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO TOTAL
				($)	($)
A	**INSTALACIÓN Y LEVANTE DE FAENAS**	gl	1	3.100.000	3.100.000
B	**PREPARACIÓN DEL TERRENO**				
	- Roce y Limpieza	ha	2,3	300.000	689.210
C	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				
	- Excavaciones				
	Excavación para Encauzamiento	m3	2,9	4.000	11.700
	Excavación para Aducción y Descarga	m3	3.216	4.000	12.864.000
	Excavación para Decantador	m3	70	4.000	280.000
	Excavación para Obra de Recarga	m3	21.600	4.000	86.400.000
	- Rellenos				
	Relleno para Encauzamiento o Pretil	m3	29	4.000	117.000
	Relleno para Aducción y Descarga	m3	80	4.000	321.600
	Relleno para Decantador	m3	26	4.000	102.000
	Relleno para Obra de Recarga	m3	216	4.000	864.000
	- Retiro de Excedentes				
	Retiro de Excedentes Encauzamiento	m3	2,9	3.800	11.115
	Retiro de Excedentes Aducción y Descarga	m3	3.136	3.800	11.915.280
	Retiro de Excedentes Decantador	m3	45	3.800	169.100
	Retiro de Excedentes Obra de Recarga	m3	21.384	3.800	81.259.200
D	**OBRAS CIVILES**				
	- Aducción HDPE	m	3.045	31.100	94.699.500
	- Hormigón H-30	m3	2	155.000	310.000
	- Acero para Armaduras	kg	160	1.200	192.000
	- Estuco	m2	6	13.500	81.000
E	**OBRAS ESPECIALES**				
	- Compuertas	Nº	2	55.000	110.000
	- Aforador Parshall	Nº	1	1.200.000	1.200.000
	- Sensor de nivel y habilitación telemetría	Nº	1	2.600.000	2.600.000
	- Regleta Monitoreo Nivel en Obra de Recarga	Nº	2	160.000	320.000
	- Cerco Perimetral Obra de Recarga	m	1.834	2.400	4.401.600
	- Obras de Arte en Aducción	gl	6	2.000.000	12.000.000
F	**OBRA DE PROTECCIÓN CONTRA CRECIDAS**				
	- Enrocado de Protección, ó	m3	45	4.300	193.500
	- Vertedero Evacuador de Crecidas	m3	0	200.000	0
G	**PIEZÓMETROS DE MONITOREO**				
	- Instalación y levante de faenas	gl	1	3.100.000	3.100.000
	- Perforación ϕ_{min} = 8”.	m	75	350.000	26.250.000
	- Entubación cañería PVC ø = 3” sch. 80	m	17,5	65.000	1.137.500
	- Tubería ranurada PVC ø = 3”, Slot 40, sch. 80	m	60	72.000	4.320.000
	- Suministro y colocación de filtro granular.	m	65	61.000	3.965.000
	- Sello y brocal de hormigón.	gl	5	295.000	1.475.000
	- Tapa del pozo según plano de proyecto.	gl	5	65.000	325.000
	- Interrupción de faenas	hr	24	33.000	792.000
	- Plano de construcción e informe final	gl	5	300.000	1.500.000
H	**OBRAS DE CAPTACIÓN**				
	- Construcción y habilitación Sondajes	gl	1	8.000.000	8.000.000
	TOTAL COSTO DIRECTO	$			365.076.305
	GG, IMPREVISTOS y UTILIDADES (45%)	$			164.284.337
	SUBTOTAL	$			529.360.642
	19% IVA	$			100.578.522
	COSTO TOTAL	$			629.939.163

Tabla 12-11
Costo Estimado Obras para el Proyecto de Recarga Artificial de Pelluhue

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	COSTO TOTAL
				($)	($)
A	**INSTALACIÓN Y LEVANTE DE FAENAS**	gl	1	3.100.000	3.100.000
B	**PREPARACIÓN DEL TERRENO**				
	- Roce y Limpieza	ha	0,7	300.000	219.965
C	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				
	- Excavaciones				
	Excavación para Encauzamiento	m3	2,9	4.000	11.700
	Excavación para Aducción y Descarga	m3	1.027	4.000	4.106.000
	Excavación para Decantador	m3	90	4.000	360.000
	Excavación para Obra de Recarga	m3	4.800	4.000	19.200.000
	- Rellenos				
	Relleno para Encauzamiento o Pretil	m3	29	4.000	117.000
	Relleno para Aducción y Descarga	m3	26	4.000	102.650
	Relleno para Decantador	m3	29	4.000	114.000
	Relleno para Obra de Recarga	m3	48	4.000	192.000
	- Retiro de Excedentes				
	Retiro de Excedentes Encauzamiento	m3	2,9	3.800	11.115
	Retiro de Excedentes Aducción y Descarga	m3	1.001	3.800	3.803.183
	Retiro de Excedentes Decantador	m3	62	3.800	233.700
	Retiro de Excedentes Obra de Recarga	m3	4.752	3.800	18.057.600
D	**OBRAS CIVILES**				
	- Aducción HDPE	m	1.466	31.100	45.592.600
	- Hormigón H-30	m3	2	155.000	310.000
	- Acero para Armaduras	kg	160	1.200	192.000
	- Estuco	m2	6	13.500	81.000
E	**OBRAS ESPECIALES**				
	- Compuertas	Nº	2	55.000	110.000
	- Aforador Parshall	Nº	1	1.200.000	1.200.000
	- Sensor de nivel y habilitación telemetría	Nº	1	2.600.000	2.600.000
	- Regleta Monitoreo Nivel en Obra de Recarga	Nº	2	160.000	320.000
	- Cerco Perimetral Obra de Recarga	m	438	2.400	1.051.200
	- Obras de Arte en Aducción	gl	3	2.000.000	6.000.000
F	**OBRA DE PROTECCIÓN CONTRA CRECIDAS**				
	- Enrocado de Protección, ó	m3	90	4.300	387.000
	- Vertedero Evacuador de Crecidas	m3	0	200.000	0
G	**PIEZÓMETROS DE MONITOREO**				
	- Instalación y levante de faenas	gl	1	3.100.000	3.100.000
	- Perforación ϕ_{min} = 8".	m	125	350.000	43.750.000
	- Entubación cañería PVC ø = 3" sch. 80	m	37,5	65.000	2.437.500
	- Tubería ranurada PVC ø = 3", Slot 40, sch. 80	m	90	72.000	6.480.000
	- Suministro y colocación de filtro granular.	m	115	61.000	7.015.000
	- Sello y brocal de hormigón.	gl	5	295.000	1.475.000
	- Tapa del pozo según plano de proyecto.	gl	5	65.000	325.000
	- Interrupción de faenas	hr	24	33.000	792.000
	- Plano de construcción e informe final	gl	5	300.000	1.500.000
H	**OBRAS DE CAPTACIÓN**				
	- Construcción y habilitación Sondajes	gl	1	8.000.000	8.000.000
	TOTAL COSTO DIRECTO	$			182.347.212
	GG, IMPREVISTOS y UTILIDADES (45%)	$			82.056.245
	SUBTOTAL	$			264.403.457
	19% IVA	$			50.236.657
	COSTO TOTAL	$			314.640.114

Tabla 12-12
Resumen de Costos de Construcción por Proyecto

Proyecto	Obra	Q Diseño	Superficie a Beneficiar	Superficie Real Beneficiada	Porcentaje del Área	Costo Total	Costo Unitario
		(l/s)	(ha)	(ha)	(%)	(mill $)	(mill $/ha)
Purapel	Piscina	102	100	100	100,0	377,2	3,8
Huenchullamí 3	Zanjas	36	50	50	100,0	320,8	6,4
Huenchullamí 2	Zanjas	29	40	40	100,0	329,3	8,2
Huenchullamí 1	Zanjas	9	7	7	100,0	144,1	20,6
Pelluhue	Zanjas	9	12	12	100,0	314,6	26,2
Chanco	Piscina	6	8	8	100,0	312,2	39,0
Rahue	Zanjas	7	9	8,7	96,6	629,9	72,4
Reloca	Zanjas	11	8	4,3	53,5	344,4	80,1
Los Cuervos	Zanjas	55	79	1,0	1,3	488,5	488,5
El Valle	Piscina	105	67	0,3	0,5	259,6	865,3

(*): El costo unitario está distorsionado pues el área beneficiada por el proyecto resulta mucho menor que la originalmente considerada, debido a la baja permeabilidad de los terrenos. Se ha indicado el valor solo como una información de referencia.
Fuente: Elaboración propia.

Los valores de caudal de diseño, o caudales a infiltrar, corresponden a las demandas medias del período de riego para cada sector, divididas por el factor de eficiencia de extracción (0,3), que representa el hecho que de los caudales infiltrados, en la práctica, sólo se podrá extraer del orden de un 30% para uso en riego. Estos valores, tienen un valor máximo que está dado por la disponibilidad hidrológica, ya que no pueden superar dicha cifra.

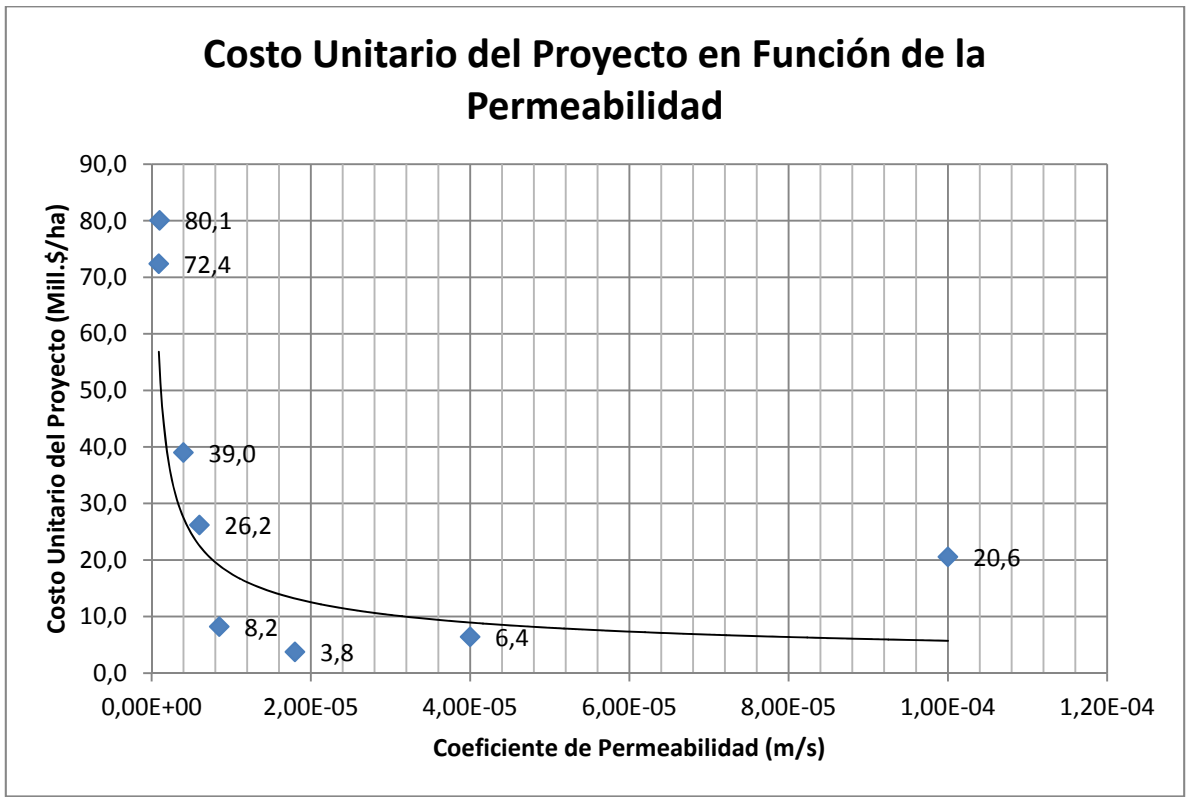
Las superficies beneficiadas se definieron por observación directa en terreno, y luego fueron medidas y verificadas en gabinete, para confirmar si los recursos disponibles eran suficientes para abastecer el riego proyectado de dichas áreas.

En el gráfico siguiente se ha representado la variación del costo unitario de los proyectos, en función de las permeabilidades representativas de cada sector. Se observa que al disminuir la permeabilidad, los costos de las obras requeridas para infiltrar aumentan exponencialmente, mientras que al aumentar la permeabilidad, los costos disminuyen. Sólo se sale de la norma, el proyecto Huenchullamí 1, que a pesar de tener la más alta permeabilidad, no tiene el menor costo unitario, dado que dispone de poca superficie a beneficiar.

Al comparar estos costos unitarios con los de otros proyectos desarrollados previamente (CNR – Ligua-Petorca, 2012) se observa que en el caso de Ligua Petorca los proyectos de recarga resultaron con costos de entre 1 y 3 millones de pesos por hectárea. En los proyectos del secano de la Región del Maule, ni siquiera el de menor valor unitario está dentro de ese rango (Purapel, que adicionalmente presenta una condición favorable a la recarga, debido a un control geológico), mientras que el resto presenta costos superiores y muy superiores, debido a que en

general son proyectos pequeños (que no alcanzan a generar beneficios agrícolas suficientes para absorber los altos costos de construcción de las obras) y algunos por la topografía de lomajes, requieren captar el agua a distancias importantes (varios kilómetros), para llegar en forma gravitacional a los sectores a regar.

Gráfico 12-1



Se observa que hay gran dispersión en los costos unitarios por hectárea beneficiada, encontrándose valores desde 1,9 millones de $/ha (Purapel), hasta 74,5 millones de $/ha (Reloca), esto se explica porque las permeabilidades observadas son muy variables de un sector a otro, y en los sectores más desfavorables, es decir, con permeabilidades más bajas, los volúmenes de obra requeridos para realizar la recarga son mayores, aumentando así los costos totales del proyecto. También se da el hecho que en algunos proyectos, las aducciones, mediante canal o tubería, requeridas son muy largas, lo que también eleva los costos.

Finalmente, cabe señalar que en los casos de Rahue, Reloca, Los Cuervos y El Valle, las permeabilidades determinadas han sido tan bajas que las superficies necesarias para infiltrar los caudales de diseño resultan muy grandes. Frente a esto, se puede dar el caso que al hacer excavaciones más profundas se encuentre rellenos de granulometría más favorable y los proyectos tengan alguna posibilidad de resultar económicamente factibles. De no ser así, al menos los proyectos de Los

Cuervos y El Valle, aparecen como infactibles pues se requeriría superficies de infiltración tanto o más grandes que los mismos sectores que se pretende beneficiar.

Tampoco es solución el trasvase desde cuencas vecinas, ya que el problema no es la disponibilidad de agua, sino la magnitud de las obras requeridas para la infiltración, dados los bajos valores de permeabilidad determinados.

Pensar en otras alternativas de recarga, como pozos, no fue considerado dado que en invierno los niveles freáticos son poco profundos y recargar en profundidad requeriría hacerlo en presión, con el consiguiente costo de energía que ello implica.

13 EVALUACIÓN AGROECONÓMICA DE LOS PERFILES

El objetivo de la presente evaluación agroeconómica es poder contar con la información necesaria para efectuar la evaluación a nivel de perfil de cada uno de los sectores seleccionados, en donde se incrementará la dotación de agua para el riego, especialmente en base a cultivos de tipo anual.

Dentro de los aspectos a considerar se encuentra la calidad de los suelos, la determinación del uso actual de la tierra, los márgenes unitarios, la proyección de la situación sin proyecto y la proyeccción de la situación con proyecto o futura. Esta última en función de la nueva dotación de recursos hídricos.

13.1 Estudio de Suelos

13.1.1 Introducción

Este proyecto se ubica en diversas áreas en la VII Región del Maule. El propósito del presente estudio de suelos fue determinar las características físicas y morfológicas de los suelos para así poder evaluar su aptitud para el riego.

Se utilizó como material cartográfico las Ortofotos de CIREN a escala 1:20.000, cuyo detalle es el siguiente por área de estudio:

- Ortofoto Los Gauchos 350000-720730 para Los Cuervos
- Ortofoto Loma Blanca 350730-720000 para Huenchullamí
- Ortofoto Chanquiuque 350730-720730 para Huenchullamí
- Ortofoto Chanco 353730-723000 para Rahue y Chanco
- Ortofoto Pelluhue 354500-723000 para Chanco y Pelluhue
- Ortofoto Loanco 353000-723000 para Reloca
- Ortofoto Estero Sauzal 353730-720000 para Purapel
- Ortofoto Curtiduría 352230-715230 para El valle

Para la descripción de los suelos identificados en cada área de estudio se revisaron las descripciones de las Series y Fases de los suelos que están indicadas en el Estudio Agrológico VII Región, Tomos I-II, de la publicación CIREN del año 1997.

13.1.2 Clasificación interpretativa de los suelos

En este estudio se han usado las pautas y nomenclaturas oficiales, aceptadas en el país, para estudios de esta naturaleza, éstas están tomadas, en parte, del Soil Survey Manual del U.S.D.A. Los colores correspondientes a los de la “Munsell Soil Color Chart” la que es de uso internacional.

a) Capacidad de Uso

De acuerdo con esta pauta los suelos se ordenan por sus características y aptitudes en ocho Clases. Estas se definen siguiendo un orden decreciente de potencial, es así como la Clase I representa a los suelos que son aptos, sin limitaciones, para todos los cultivos de la zona, hasta llegar a la Clase VIII que identifica a los suelos que no representan aptitud agrícola ni forestal.

- **Subclase de Capacidad de Uso**

Señalan las limitaciones que definen, la Capacidad de Uso; estas Subclases se usan adjetivando el símbolo de Capacidad de Uso.

- s: Por condición de suelo
- w: Por condición de drenaje
- t: Por condición de topografía

b) Clase de Drenaje

Se distinguen seis clases de drenaje y se enumeran como sigue:

- 6: Drenaje excesivo
- 5: Bueno
- 4: Moderado
- 3: Imperfecto
- 2: Pobre
- 1: Muy pobre

c) Categoría de Riego

Se distinguen seis Categorías:

- 1ª: Sin limitaciones
- 2ª: Moderadamente apto
- 3ª: Poco apto o pobremente adaptada
- 4ª: Muy poco aptos o muy pobremente adaptada
- 5ª: Los suelos de esta Categoría no cumplen con los requerimientos mínimos para las Categorías 1ª. a 4ª. Con condiciones climáticas favorables y prácticas especiales de tratamiento, manejo y conservación pueden ser aptos. Se requiere estudio económico que lo justifique.
- 6ª: Representa a los suelos no apropiados para regadío.

- **Subcategoría de Riego**

- s: Por condición de suelo
- w: Por condición de drenaje
- t: Por condición de topografía

d) Aptitud Frutal

Mediante esta pauta se clasifica la aptitud de un suelo para permitir el desarrollo adecuado de los frutales que se adaptan a la zona climática del estudio.

Esta pauta considera las siguientes Categorías:

- A: Sin limitaciones
- B: Con ligeras limitaciones
- C: Con moderadas limitaciones
- D: Con severas limitaciones
- E: Sin aptitud frutal

Debe dejarse establecido que esta pauta no considera aspectos económicos o de rentabilidad presente o futura del frutal que se implante; solo compatibiliza las características del suelo con el requerimiento de las distintas especies posibles de establecer en el área estudiada.

13.1.3 Suelos presentes en las áreas de estudio

En la Tabla 136.1-1 se presentan las variaciones de series que componen cada uno de los sectores en estudio con sus respectivos parámetros agrológicos.

Se debe aclarar que la información presentada se ha obtenido directamente de los estudios de suelos de CIREN, los cuales no necesariamente representan a cabalidad las actuales caracteristicas de los mismos. Lo anterior es válido en el sentido de que la mayor parte de los suelos indicados con problemas de mal drenaje, debido a las últimas temporadas de sequía ocurridas en la zona, actualmente éstos no presentan dichos problemas.

Además, respecto a la descripción de los suelos, si bien es importante reconocer el protolito de cada suelo, ello no modifica mayormente la conclusión final del informe, a saber que: ***los pocos sectores que se pudo identificar como geomorfológicamente favorables, en general tienen rellenos sedimentarios con alta presencia de materiales finos, lo que se traduce en bajas tasas de infiltración.***

Esta conclusión inhabilita a la región estudiada en cuanto a la presencia de cuencas de recarga y hace innecesaria una mejor caracterización de los sustratos.

Tabla 13.1-1: Características Agrológicas por Sector

Sector	Variación de Serie	Capacidad de Uso	Categoría de Riego	Clase de Drenaje	Aptitud Frutal	Superficie ha
Los Cuervos	LIC-1	IIIw2	2w	3	D	71,7
	ALT-1	VIIe1	6	5	E	7,2
	PBL-7	IIIe2	2w	3	D	7,3
	Total					86,2
Huenchullami 1	HLN-1	IIIw2	2w	3	D	6,4
	MEL-1	IIw2	2t	4	B	0,6
	Total					7,0
Huenchullami 2	HLN-1	IIIw2	2w	3	D	40,0
Huenchullami 3	HLN-1	IIIw2	2w	3	D	5,0
	HLN-2	IIw2	1	4	B	13,1
	HLN-3	IIIw2	2w	3	D	31,9
	Total					50,0
Reloca	BPR-2	IIIw2	1	5	D	8,0
Rahue	CHA-3	IVe1	3t	5	D	9,0
Chanco	CHA-3	IVe1	3t	5	D	8,0
Pelluhue	CPE-3	IVe1	3t	5	D	10,8
	CPE-6	IVs1	4t	5	D	1,2
	Total					12,0
Purapel Bajo	NNH-2	IIIw2	3w	3	E	46,3
	QLA-1	IVs8	3s	3	E	53,7
	Total					100,0
El Valle	MEL-1	IIw2	2t	4	B	54,8
	SJV-5	IVs0	4s	6	D	2,7
	PO-3	VIs1	6	5	E	9,5
	PO-4	VIIe1	6	5	E	8,0
	Total					75,0

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 13.1-1 se desprende que en seis de los sectores en estudio existen algunos problemas moderados de mal drenaje a excepción de Rahue, Chanco, Pelluhue y El Valle.

En los sectores donde no existen problemas de mal drenaje, ésto es debido a que corresponden esencialmente a terrenos más altos y de suaves lomajes, lo que impide la inundación temporal de suelos producto de las crecidas invernales de esteros y ríos.

Se debe señalar que la totalidad de los sectores no presentan problemas para el cultivo de especies anuales y en algunos casos multianuales, como es el caso de los sectores indicados sin problemas de mal drenaje.

13.1.4 Descripción de suelos

- **Serie Buchupureo, franco limosa**

Símbolo cartográfico: BPR

Caracterización General

Suelo sedimentario, profundo, estratificado, de textura franco limosa y de colores pardo amarillento en la superficie y pardo a pardo oscuro en profundidad. Con una profundidad efectiva siempre mayor a 120 cm. Ocupa una posición de terraza litoral baja, formada por sedimentos aluviales transportados desde la Cordillera de la Costa. Estas terrazas presentan topografía plana a suavemente ondulada.

Los sedimentos son arenas marinas de ambiente de playa.

Son suelos bien estructurados, con buen desarrollo de las raíces, de permeabilidad moderada y drenaje moderado.

Variaciones de la Serie identificadas en el área de estudio

BPR – 2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillosa, profunda, plana y de drenaje imperfecto. Ocupa una posición ligeramente más baja que la Serie. Se clasifica en:

Capacidad de Uso : IIIw2	Clase de Drenaje : 5
Categoría de Riego: 1	Aptitud Frutal : D

- **Serie Chanco, franco limosa**

Símbolo cartográfico: CHA

Caracterización General

Suelo sedimentario, profundo, de textura franco limosa y color pardo rojizo muy oscuro en la superficie; texturas franco arcillo limosa y arcillo limosa y de color pardo rojizo oscuro en profundidad. Todos los colores en el matiz 5YR. Con profundidad efectiva que fluctúa entre 70 y más de 120 cm. Descansa sobre un substrato de arenisca meteorizada rica en cuarzo. Ocupa una posición de terraza marina con topografía suavemente ondulada a ondulada.

El sustrato es, en parte, de origen eólico, con arenas depositadas sobre basamento metamórfico.

Son suelos bien estructurados, de permeabilidad moderada y buen drenaje. Presenta buena actividad biológica y desarrollo de raíces en todo el perfil.

Variaciones de la Serie identificadas en el área de estudio

CHA – 3 Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, moderadamente profunda, suavemente ondulada con 5 a 8% de pendiente y bien drenada. Se clasifica en:

Capacidad de Uso:	IVe1	Clase de Drenaje	: 5
Categoría de Riego:	3t	Aptitud Frutal	: D

- **Serie Huelón, franco arcillo limosa**

Símbolo cartográfico: HLN

Caracterización General

Suelo moderadamente profundo, de origen aluvial; textura franco arcillo limosa y de color pardo en la superficie y en profundidad la textura se mantiene y color pardo oscuro. Con profundidad efectiva que varía entre 40 y 110 cm. Ocupa una posición de terraza aluvial.

Son suelos de topografía plana, permeabilidad moderada y drenaje imperfecto.

Variaciones de la Serie identificadas en el área de estudio

HLN – 1 Representa a la Serie y corresponde a suelos de textura superficial franco arcillo limosa, profundos, planos y de drenaje imperfecto. Se clasifica en:

Capacidad de Uso	: IIIw2	Clase de Drenaje	: 3
Categoría de Riego:	2w	Aptitud Frutal	: D

HLN – 2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, plana y de drenaje moderado. Se clasifica en:

Capacidad de Uso	: IIw2	Clase de Drenaje	: 4
Categoría de Riego:	1	Aptitud Frutal	: B

HLN – 3 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, casi plana con 1 a 3% de pendiente y de drenaje imperfecto. Se clasifica en:

Capacidad de Uso	: IIIw2	Clase de Drenaje	: 3
Categoría de Riego:	2w	Aptitud Frutal	: D

- **Serie Licantén, franco arcillo arenosa**

Símbolo cartográfico: LIC

Caracterización General

Suelo moderadamente profundo, derivado de materiales graníticos junto a areniscas y lutitas del Triásico; textura franco arcillo arenosa y color pardo grisáceo oscuro en la superficie, textura franco arcillosa y color gris oscuro en profundidad. Con profundidad efectiva que varía entre 60 y más de 110 cm. Ocupa una posición de plano inclinado (piedmont).

Son suelos de drenaje imperfecto y permeabilidad muy lenta.

Variaciones de la Serie identificadas en el área de estudio

LIC – 1 Representa a la Serie y corresponde a suelos de textura superficial franco arcillo arenosa, profundos, planos y de drenaje imperfecto. Se clasifica en:

Capacidad de Uso : IIIw2	Clase de Drenaje : 3
Categoría de Riego: 2w	Aptitud Frutal : D

- **Serie Melozal, franco arcillo arenosa**

Símbolo cartográfico: MEL

Caracterización General

Suelo sedimentario en posición de terraza aluvial. De color pardo a pardo oscuro y textura franco arcillo arenosa en superficie; de color pardo grisáceo, de textura franco arenosa, en profundidad. El nivel freático fluctúa entre 25 y 60 cm de profundidad.

Son suelos estratificados, casi planos, con moteados comunes a abundantes en todo el perfil, drenaje imperfecto, permeabilidad moderada y escurrimiento superficial muy lento.

Variaciones de la Serie identificadas en el área de estudio

MEL – 1 Representa a la Serie y corresponde a suelos de textura superficial franco arcillo arenosa, profundos, casi planos con 1 a 3% de pendiente y con drenaje moderado. Incluye sectores con textura superficial franco arenosa fina. Se clasifica en:

Capacidad de Uso : IIw2	Clase de Drenaje : 4
Categoría de Riego: 2t	Aptitud Frutal : B

- **Serie Ninhue, franca**

Símbolo cartográfico: NNH

Caracterización General

Son suelos aluviales, profundos, de drenaje imperfecto, formados bajo condiciones de humedad excesiva a partir de materiales graníticos depositados en las planicies de inundación del río Lonquén y sus afluentes. Se presenta además en valles intermontanos.

Los colores son pardo grisáceo oscuro en matiz 10YR asociados a texturas moderadamente finas hasta los 100 cm, en profundidad predominan los colores grises en matices 2.5Y ó 5Y asociados a texturas finas; el color superficial es pardo oscuro en matices 10YR ó 7.5YR y las texturas son medias, bien estructuradas y con un arraigamiento común, asociada a una porosidad del mismo tipo y a una característica de mojadura difícil del suelo.

La profundidad efectiva fluctúa entre 110 y más de 160 cm. La topografía es plana, aunque los sectores próximos a las terrazas altas o a los cerros son ligeramente inclinados. La permeabilidad es lenta y el escurrimiento superficial moderado.

Variaciones de la Serie identificadas en el área de estudio

NNH – 2 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, plana y de drenaje imperfecto. Se inunda fácilmente durante el invierno y en los temporales de primavera. Se clasifica en:

Capacidad de Uso IIIw2	Clase de Drenaje : 3
Categoría de Riego: 3w	Aptitud Frutal : E

- **Serie Piedra Blanca, franca**

Símbolo cartográfico: PBL

Caracterización General

Suelo de origen aluvial, estratificado, profundo; de textura franca y color pardo oscuro en la superficie; textura franco arenosa fina, color pardo oscuro en profundidad. Con una profundidad efectiva que varía entre 40 y más de 120 cm.

Ocupa una posición de terraza aluvial. Suelo de topografía plana, permeabilidad moderada y drenaje moderado.

Variaciones de la Serie identificadas en el área de estudio

PBL – 7 Corresponde a la Fase de textura superficial franca y franco arenosa fina, moderadamente profunda, plana y de drenaje imperfecto. Se clasifica en:

Capacidad de Uso : IIIw2	Clase de Drenaje : 3
Categoría de Riego: 2w	Aptitud Frutal : D

- **Serie Quella, franco arcillosa**

Símbolo cartográfico: QLA

Caracterización General

Suelo en posición baja de plano depositacional (lacustrino); de textura superficial franco arcillosa y color pardo grisáceo muy oscuro; de textura arcillosa y arcillo (arcilla densa) y de color gris oscuro en profundidad. Presenta estructura prismática gruesa. Con profundidad efectiva que fluctúa entre 40 y más de 70 cm.

Suelo de topografía plana, de permeabilidad lenta, drenaje imperfecto y escurrimiento superficial muy lento. Substrato de toba volcánica (Ignimbritas Plt3 en Mapa Geológico 1:1.000.000 del SERNAGEOMIN).

Variaciones de la Serie identificadas en el área de estudio

QLA – 1 Representa a la Serie y corresponde a suelos de textura superficial arcillosa, ligeramente profundos, planos y de drenaje imperfecto. Incluye sectores con topografía casi plana con 1 a 3% de pendiente. Se clasifica en:

Capacidad de Uso: IVs8	Clase de Drenaje : 3
Categoría de Riego: 3s	Aptitud Frutal : E

- **Serie San Javier, areno francosa**

Símbolo cartográfico: SJV

Caracterización General

Suelo sedimentario de origen aluvial, en posición de terraza aluvial reciente. De textura arenoso francosa, de color pardo grisáceo muy oscuro, en superficie y de textura arenosa de color gris muy oscuro en profundidad. La profundidad efectiva puede ser de más de 110 cm.

Suelo ligeramente profundo, de topografía plana, de drenaje excesivo, permeabilidad rápida y escurrimiento superficial lento.

Variaciones de la Serie identificadas en el área de estudio

SJV – 5 Corresponde a la Fase de textura superficial areno francosa, delgada, plana y de drenaje excesivo. Se clasifica en:

Capacidad de Uso : IVs0	Clase de Drenaje : 6
Categoría de Riego: 4s	Aptitud Frutal : D

- **Asociación Alto Colorado, franco arcillo arenosa**

Símbolo cartográfico: ALT

Caracterización General

Suelo profundo, derivado de rocas metamórficas, de textura franco arcillo arenosa de color pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR y textura arcillosa y arcillo limosa de color pardo rojizo y rojo fuerte en el matiz 2.5YR en profundidad. Descansa sobre un substrato de rocas metamórficas muy meteorizadas. Entre los 40 y 65 cm presenta una estrata constituida por gravas de cuarzo, sin matriz, de un espesor de 5 a 10 cm. Todo el perfil presenta gravilla de cuarzo y cristales de cuarzo y mica. La profundidad efectiva varía entre 40 y más de 100 cm.

Ocupa una posición de cerros que constituyen los sitios más altos de la Cordillera de la Costa. Presenta erosión moderada, tanto de manto como de cárcavas. Por sus características físicas y ubicación geográfica presenta muy buena condición para plantaciones forestales.

Variaciones de la Asociación identificadas en el área de estudio

ALT – 1 Representa a la Asociación y corresponde a suelos de textura superficial franco arcillo arenosa, profundos, en posición de cerros con 30 a 50% de pendiente, bien drenados y con erosión moderada de manto y cárcavas. Se clasifica en:

Capacidad de Uso : VIIe1	Clase de Drenaje : 5
Categoría de Riego: 6	Aptitud Frutal : E

- **Asociación Curanipe, franco arcillosa**

Símbolo cartográfico: CPE

Caracterización General

Suelo sedimentario, profundo; de textura franco arcillosa de color pardo oscuro en el matiz 7.5YR y textura arcillosa, de color rojo oscuro y pardo rojizo oscuro en el matiz 2.5YR en profundidad. Ocupa una topografía de lomajes ondulados y disectados del litoral. Todo el perfil presenta cristales de cuarzo, concreciones y manchas ferromanganésicas que aumentan en profundidad. Formado, probablemente, a partir de arenas marinas que recubren basamento metamórfico.

La profundidad efectiva varía entre 65 y más de 120 cm. Suelo bien estructurado, de permeabilidad moderada y bien drenado.

Variaciones de la Asociación identificadas en el área de estudio

CPE – 3 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillosa, moderadamente profunda, ligeramente ondulada con 2 a 5% de pendiente y bien drenada. Se clasifica en:

Capacidad de Uso : IVe1	Clase de Drenaje : 5
Categoría de Riego: 3t	Aptitud Frutal : D

CPE – 6 Representa a la Fase de textura superficial franco arcillosa, profunda, suavemente ondulada con 5 a 8% de pendiente y bien drenada Se clasifica en:

Capacidad de Uso : IVs1	Clase de Drenaje : 5

- **Asociación Pocillas, franco arcillo limosa**

Símbolo cartográfico: PO

Caracterización General

Suelo desarrollado “in situ” a partir de rocas metamórficas, profundo; de textura franco arcillosa, de color pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR en la superficie y textura arcillo limosa de color rojo amarillento en el matiz 5YR en profundidad. Descansa sobre un substrato de rocas sedimentarias triásicas muy meteorizadas con matriz arcillosa que permite el desarrollo de las raíces en profundidad. Presenta grava angular tanto meteorizada como fresca bajo los 50 cm de escasa a común. Ocupa una posición de lomajes y cerros en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa.

La profundidad efectiva fluctúa en torno a los 160 cm. Suelo bien estructurado, de texturas que permiten un buen almacenamiento de agua, de permeabilidad moderada y buen desarrollo de raíces en todo el perfil.

Variaciones de la Asociación identificadas en el área de estudio

PO – 3 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillosa, profunda, fuertemente ondulada con 15 a 20% de pendiente y bien drenada. Puede presentar ligera pedregosidad superficial. Se clasifica en:

Capacidad de Uso: VIs1	Clase de Drenaje : 5
Categoría de Riego: 6	Aptitud Frutal : E

PO – 4 Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillo limosa, profunda, en topografía de cerros con 30 a 50% de pendiente, con ligera erosión y bien drenada. Se clasifica en:

Capacidad de Uso: VIIe1	Clase de Drenaje : 5
Categoría de Riego: 6	Aptitud Frutal : E

13.2 Análisis Situación Actual

En la Tabla 13.2-1 se presenta un resumen de las principales variables que caracterizan a cada uno de los sectores seleccionados para ser potencializados en su dotación de agua de riego.

Tabla 13.2-1

Sector	Número Predios	Superficie Promedio	Superficies (ha)			Margen Bruto Precios de Mercado ($)	
			Total	Riego	Secano	Total	Promedio/ha
Los Cuervos	4	19,8	79,0	15,8	63,2	13.151.559	166.475
Huenchullami 1	3	2,3	7,0	0,0	7,0	1.357.739	193.963
Huenchullami 2	5	8,0	40,0	8,0	32,0	8.634.909	215.873
Huenchullami 3	2	25,0	50,0	20,0	30,0	14.804.346	296.087
Reloca	1	8,0	8,0	0,0	8,0	1.685.369	210.671
Rahue	2	4,5	9,0	1,3	7,7	894.476	99.386
Chanco	1	8,0	8,0	1,6	6,4	2.193.415	274.177
Pelluhue	4	3,0	12,0	1,4	10,6	2.749.965	229.164
Purapel Bajo	6	16,7	100,0	0,0	100,0	367.452	3.675
El Valle	3	22,3	67,0	0,0	67,0	7.013.973	104.686

De la Tabla 13.2-1 se desprende que en la mayoría de los sectores el conocimiento del riego ya existe, si bien carecen de infraestructura adecuada para el riego, los agricultores se las arreglan mediante extracciones directas de río o esteros a través del uso de bombas petroleras o de la obtención de recursos subterráneos, especialmente de pozos noria.

En relación al tamaño predial, en general la totalidad de las propiedades se encuentran bajo las 12 HRB, por lo que todos son afectos a los beneficios de INDAP.

En cuanto a los márgenes, en aquellos sectores en donde actualmente es factible regar parte de la superficie, los márgenes brutos son notoriamente superiores a las áreas netamente de secano. Tal relación es factible visualizarla al comparar el sector de Purapel Bajo con el resto de los sectores.

13.2.1 Uso del Suelo

a) Los Cuervos

En el área correspondiente a Los Cuervos, constituido por cuatro propiedades de tamaño medio, actualmente producen trigo, papas y porotos. En la Foto 13.2.1-1 se puede apreciar parte de una siembra de papas regada con agua del estero.

Foto 13.2.1-1 Papas de Riego



Las papas y porotos se cultivan bajo riego con agua que bombean desde el estero con motor. Riegan entre los meses de noviembre a febrero-marzo. Realizan entre 4 a 5 riegos por temporada. En la Foto 13.2.1-2 se observa una sección del Estero Los Cuervos en donde al agua se apoza y es bombeada para el riego de chacras.

Foto 13.2.1-2 Estero Los Cuervos



En el secano mantienen praderas naturales, las que sostienen ganadería bovina y ovina. Realizan rezago por potreros (ver Foto 13.2.1-3).

Foto 13.2.1-3 Praderas Naturales y Ganado Bovino



La preparación de suelos la hacen con maquinaria y siembran en octubre. Aplican fertilizantes y pesticidas.

Los agricultores opinan que con riego cultivarían poroto verde o granado y sandías. Señalan que en papas el rendimiento es de 1 saco de semilla por ocho de papas, en porotos de un saco se obtienen 7 a 10 sacos. La producción la venden puesta predio.

Algunos suelos presentan problemas de drenaje. En invierno el estero inunda todo, pero baja rápido. Aproximadamente la mitad de los suelos tiene algún problema de mal drenaje y el resto es trigo en lomajes.

En la Tabla 13.2.1-1 se presenta el uso actual de los suelos de este sector.

Tabla 13.2.1-1 Uso Actual del Suelo Sector Los Cuervos

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Actual del Suelo	
		ha	%
Trigo	Secano	15,8	20,0
Papa	Surco	7,9	10,0
Poroto	Surco	7,9	10,0
Pasto Natural	Secano	47,4	60,0
Total		**79,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

b) Huenchullamí 1

Los terrenos que conforman este sector, separados en dos áreas independientes, representan aproximadamente a tres predios, ubicados en zonas bajas, cercanas al río. La parte ubicada más al sur es terreno cultivable, actualmente se encuentra con pasto natural. En la Foto 13.2.1-4 se observa parte del área con pastos naturales.

Foto 13.2.1-4 Praderas Naturales



Una parte del área se encuentra con matorrales, los cuales para estos efectos funciona en forma similar a una pradera natural (Foto 13.2.1-5). El resto contiene pastos naturales y ganado ovino.

Foto 13.2.1-5 Matorrales



En la Tabla 13.2.1-2 se presenta el uso actual de los suelos de este sector.

Tabla 13.2.1-2 Uso Actual del Suelo Sector Huenchullamí 1

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Actual del Suelo	
		ha	%
Pasto Natural	Secano	7,0	100,0
Total		**7,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

c) Huenchullamí 2

Área conformada por 5 predios de tamaño similar. Siembran poroto y lo riegan con bomba a bencina. Se observa muy pocas siembras de trigo en el sector. En la Foto 13.2.1-6 se aprecia parte de una siembra de porotos bajo riego posterior a un primer plano con pastos naturales.

Foto 6.2.1-6 Siembra de Poroto



En la Foto 13.2.1-7 se aprecia una sección del río Huenchullamí de donde son extraídos los recursos para riego. Los agricultores señalan que cada año hay menos agua en el río.

Foto 13.2.1-7 Río Huenchullamí



La mayor parte de los suelos se destinan a la ganadería bovina de crianza y dichos suelos se encuentran la mayor parte del año con praderas naturales de secano.

En la Tabla 13.2.1-3 se presenta el uso actual de los suelos de este sector.

Tabla 13.2.1-3 Uso Actual del Suelo Sector Huenchullamí 2

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Actual del Suelo	
		ha	%
Trigo	Secano	4,0	10,0
Poroto	Surco	8,0	20,0
Pasto Natural	Secano	28,0	70,0
Total		**40,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

d) Huenchullamí 3

La mayor parte del terreno se encuentra en dos predios de tamaño medio con pastos naturales y ganado bovino. Mantiene una masa de 50 animales, son bovinos de crianza, que además de pasto natural, los alimentan con rastrojos de poroto y trigo. En la Foto 13.2.1-8 se aprecia parte del área con pastos naturales.

Foto 13.2.1-8 Pastos Naturales



Venden los novillos de 2 años con 350 a 400 kilos de peso.

Riegan con agua que extraen desde el río con bomba y la distribuyen a través de mangas. Cultivan con riego papa y porotos y los rotan con pasto natural. La Foto 13.2.1-9 incluye una siembra de porotos bajo riego.

Foto 13.2.1-9 Porotos de Riego



Para el cultivo de poroto preparan el suelo con maquinaria (aradura más rastraje con maquinaria arrendada), la siembra es manual con tiro animal. Aplican

fertilizantes y pesticidas, realizan 3 a 4 riegos en la temporada. Venden la producción en el predio.

En la Tabla 13.2.1-4 se presenta el uso actual de los suelos de este sector.

Tabla 13.2.1-4 Uso Actual del Suelo Sector Huenchullamí 3

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Actual del Suelo	
		ha	%
Trigo	Secano	10,0	20,0
Papa	Surco	5,0	10,0
Poroto	Surco	15,0	30,0
Pasto Natural	Secano	20,0	40,0
Total		**50,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

e) Reloca

Este sector, conformado por un predio, contiene suelos que se inundan en invierno, por lo que deben cultivar a partir de los meses de octubre o noviembre. Tiene pasto natural para ganado bovino y siembran trigo, papa y poroto. Estos cultivos no se riegan, se mantienen con la humedad del suelo.

En la Foto 13.2.1-10 se aprecia parte del área de proyecto la cual está básicamente cultivada con praderas naturales.

Foto 13.2.1-10 Praderas Naturales



La preparación de suelo la realizan con tiro animal, pero los agricultores de mayor tamaño utilizan maquinaria. Esta labor se efectúa en septiembre – octubre. Asimismo, los más grandes aplican fertilizantes y venden en el predio. Los productores de menor tamaño destinan la producción para autoconsumo.

La Foto 13.2.1-11 se puede apreciar una panorámica del área en donde se distinguen tanto suelos cultivados con chacras como con pastos naturales.

Foto 13.2.1-11 Panorámica Reloca



Los agricultores señalan que normalmente un saco de papas rinde 10 sacos, pero ahora por la sequía logran dos sacos.

Los pastos naturales se destinan a ganado bovino de crianza, vende novillos de 2 años, en el predio.

Los agricultores indican que con agua de riego lograrían mayores rendimientos y cultivarían hortalizas para cosecharlas entre enero y febrero.

En la Tabla 13.2.1-5 se presenta el uso actual de los suelos de este sector.

Tabla 13.2.1-5 Uso Actual del Suelo Sector Reloca

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Actual del Suelo	
		ha	%
Trigo	Secano	1,6	20,0
Papa	Secano	1,2	15,0
Poroto	Secano	1,2	15,0
Pasto Natural	Secano	4,0	50,0
Total		**8,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

f) Rahue

Este sector se encuentra conformado por dos propiedades, los cuales presentan praderas naturales con rezago y hacen fardos. Las destinan para la producción de ganado ovino y bovino. La Foto 13.2.1-12 muestra parte de una pradera recién enfardada.

Foto 13.2.1-12 Pradera Natural Enfardada



En cultivos destacan las siembras de poroto, papas y trigo. La Foto 13.2.1-13 incluye una chacra regada por aspersión.

Foto 13.2.1-13 Riego de Chacras



También existen plantaciones de frutilla cultivadas con mulch plástico, bajo condiciones de riego. Cabe señalar que la frutilla no será considerada como parte del proyecto debido a que ésta se riega con agua de pozo y en óptimas condiciones.

En la Tabla 13.2.1-6 se presenta el uso actual de los suelos de este sector.

Tabla 13.2.1-6 Uso Actual del Suelo Sector Rahue

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Actual del Suelo	
		ha	%
Trigo	Secano	0,9	10,0
Papa	Aspersión	0,5	5,0
Poroto	Aspersión	0,5	5,0
Frutilla	Cinta	0,3	3,0
Pasto Natural	Secano	6,9	77,0
Total		**9,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

g) Chanco

Son suelos de lomaje suave presentes al interior de una propiedad. Los suelos se rotan con pastos naturales, trigo y chacras (papa y porotos). En estas dos últimas especies efectúan uno a dos riegos por aspersión en la temporada. El agua proviene de dos pozos. Los entrevistados comparan que sin riego en papa obtienen un rendimiento de 6-7 sacos por uno de semilla y en poroto la conversión es de 1 por

4, respectivamente. Con riego adecuado, en papa el rendimiento es de 1 a 15 sacos y en poroto es de 1 a 10 sacos.

La preparación de suelos es con maquinaria en agosto, siembran en septiembre la papa y el poroto en octubre. Aplican fertilizantes, hacen limpias a mano y no utilizan pesticidas. El trigo lo cosechan con máquina.

El trigo se vende directamente en los molinos de Cauquenes o Parral, pero generalmente lo hacen puesto en el predio para ahorrarse el flete. Papa y poroto venden en el predio.

Los bovinos son de crianza, venden novillos de un año de 180 a 200 kilos de peso en la feria de animales de Cauquenes. La ganadería la desarrollan sobre pastos naturales.

La Foto 13.2.1-14 muestra parte del área de Chanco con presencia de pastos naturales y chacras de riego.

Foto 13.2.1-14 Pastos Naturales y Chacras de Riego



En la Tabla 13.2.1-7 se presenta el uso actual de los suelos de este sector.

Tabla 13.2.1-7 Uso Actual del Suelo Sector Chanco

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Actual del Suelo	
		ha	%
Trigo	Secano	0,8	10,0
Papa	Aspersión	0,8	10,0
Poroto	Aspersión	0,8	10,0
Pasto Natural	Secano	5,6	70,0
Total		**8,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

h) Pelluhue

Este sector conformado por cuatro propiedades, se encuentra ubicado en suelos principalmente de lomajes. La estructura de cultivo se basa principalmente en praderas naturales destinadas a la crianza de ganado bovino. También existen pequeñas áreas en las que se riega papa y poroto por aspersión.

Parte de los lomajes además de estar con pastos naturales, también se cultivan con trigo de secano (Ver Foto 13.2.1-15).

Foto 13.2.1-15 Lomajes con Pastos Naturales



En el sector se observa una pequeña huerta frutal regada con agua de pozo y por goteo. Cabe señalar que estos frutales no serán considerados como parte del proyecto debido a que éstos se riegan con agua de pozo y en óptimas condiciones. En la Tabla 13.2.1-8 se presenta el uso actual de los suelos de este sector.

Tabla 13.2.1-8 Uso Actual del Suelo Sector Pelluhue

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Actual del Suelo	
		ha	%
Trigo	Secano	1,2	10,0
Papa	Aspersión	0,6	5,0
Poroto	Aspersión	0,6	5,0
Frutales	Goteo	0,2	2,0
Pasto Natural	Secano	9,4	78,0
Total		**12,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

i) Purapel Bajo

Sector conformado por aproximadamente seis predios y en donde se desarrolla ganadería ovina para carne y también con venta de lana (Ver Foto 13.2.1-16). Los corderos se transan en el predio. Los agricultores indican que el precio del cordero es muy variable y que en otros años se han vendido a mejor precio que el actual. Los corderos se venden entre octubre y diciembre de 3 a 4 meses de edad. En secano se obtiene un kilo de lana por oveja. El manejo sanitario de este ganado lo realiza INDAP, entidad que baña y desparasita las ovejas.

Foto 13.2.1-16 Ganado Ovino



La alimentación de estos rebaños está constituida por pradera natural y brotes de espino. Una alternativa es habilitar suelos para cultivo, mediante el destronque. En la Foto 13.2.1-17 se puede ver parte del área con praderas naturales y espinos.

Foto 13.2.1-17 Pastos Naturales y Espinos



Algunos agricultores tienen viñas de secano, las que subsisten debido a que pueden recibir un riego o están en algún terreno más bajo con algún contenido de humedad.

En este sector es muy escasa el agua, a los animales los mantiene con agua de noria y a las personas les dejan agua una vez a la semana en camiones aljibes.

En la Tabla 13.2.1-9 se presenta el uso actual de los suelos de este sector.

Tabla 13.2.1-9 Uso Actual del Suelo Sector Purapel Bajo

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Actual del Suelo	
		ha	%
Trigo	Secano	10,0	10,0
Avena	Secano	5,0	5,0
Vid Vinífera Cepa País	Secano	1,0	1,0
Pasto Natural	Secano	84,0	84,0
Total		**100,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

j) El Valle

En este sector, que incluye a tres propiedades, se cultiva vid vinífera conducida en espaldera y otras en cabeza. Las primeras corresponden a cepajes Merlot y Carmenere, en tanto que la segunda corresponde a la variedad País.

Las Fotos 13.2.1-18 y 13.2.1-19 muestran parte de las plantaciones de vid vinífera que actualmente son cultivados en secano.

Foto 13.2.1-18 Vid Vinífera Cepa País



Foto 13.2.1-19 Vid Vinífera Cepa Fina



Otro sector contiene parras en cabeza secas, además existe pastos naturales y ganado bovino.

En buenos años cultivan papa, la que es regada con agua bombeada desde el río.

En el manejo de las vides efectúan poda, aplican fertilizantes, azufre y otros pesticidas. También realizan chapoda.

En la Tabla 13.2.1-10 se presenta el uso actual de los suelos de este sector.

Tabla 13.2.1-10 Uso Actual del Suelo Sector El Valle

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Actual del Suelo	
		ha	%
Vid Vinífera Cepa Fina	Secano	33,5	50,0
Vid Vinífera Cepa País	Secano	13,4	20,0
Pasto Natural	Secano	20,1	30,0
Total		**67,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

13.2.2 Infraestructura Intra y Extra Predial

El escaso riego presente al interior de los sectores en estudio, no proviene de canales, embalses ni de elevaciones mecánicas, el agua proviene íntegramente de bombeos directos desde ríos o esteros o desde pozos y norias.

Al respecto, se detectó el riego de papas, porotos, frutilla y huertas frutales. En el caso de los sectores Los Cuervos y Huenchullamí el riego proviene del Estero Los Cuervos y Río Huenchullamí, respectivamente. En el resto de los sectores el agua proviene de pozos o norias.

En general en cada riego se consumen alrededor de 10 a 11 litros de petróleo. El agua es sacada con una bomba petrolera y, posteriormente, es conducida a sectores más alejados mediante tubería de PVC, tal como se muestra en la Foto 13.2.2-1 o mediante mangueras, lo que se aprecia en la Foto 13.2.2-2.

Foto 13.2.2-1 Conducción de Agua por medio de Tuberías de PVC



Foto 13.2.2-2 Conducción de Agua por medio de Mangueras



Tal como se observa en la Foto 13.2.2-3, en el caso específico de Los Cuervos y Huenchullamí, el agua es distribuida mediante mangas plásticas y luego los cultivos son regados directamente mediante surcos de riego.

Foto 13.2.2-3 Manguas Platicas para Riego por Surco



En el resto de los sectores, el agua obtenida de pozos o norias y es aplicada mediante aspersores, los cuales son distribuidos cada 2 o 3 metros, dependiendo de las condiciones del terreno. En la Foto 13.2.2-4 se observa un sistema de riego por aspersión para el riego de chacras.

Foto 13.2.2-4 Riego por Aspersión



Cabe señalar que en el área de estudio es factible considerar el arriendo de estos equipos de aspersión. El valor asciende a $20.000 por el riego de una hectárea.

Adicionalmente se deben considerar $10.000 a 15.000 en bencina o petróleo para el motor de la bomba.

En Pelluhue se detectó el riego por goteo de una huerta frutal, el cual incluso consideraba el uso de estanque de almacenamiento, tal como se observa en la Foto 13.2.2-5.

Foto 13.2.2-5 Estanque de Almacenamiento para Riego por Goteo de Huerta Frutal



En relación a los cultivos regados por surco, cuya fuente de agua corresponde a bombeos desde ríos y esteros, se considerará una eficiencia de riego del orden de 40%. Se espera que en situación con proyecto o futura y con una mayor seguridad de riego, esta eficiencia pueda aumentar al 45%.

Cuando los cultivos son regados por métodos presurizados y la fuente corresponde a un pozo o noria, la eficiencia de riego considerada es del orden del 80%. Al igual que los métodos tradicionales de riego, se espera que en situación con proyecto esta eficiencia pueda aumentar al 85%.

13.2.3 Descripción de Mercados Relevantes

En este acápite se realizó una recopilación y análisis de antecedentes bibliográficos para los principales productos agropecuarios determinados a través de un recorrido de las diferentes áreas de estudio y de aquellas especies que presentan viabilidad económica de expandir su superficie ante la dotación de nuevos recursos hídricos.

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

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

Actualmente, Chile mantiene relaciones comerciales con un gran número de países con los cuales intercambia productos pagando el arancel vigente en cada uno de ello, y éstos a su vez, deben cancelar el impuesto vigente en Chile. No obstante, en la última década se han firmado diversos Tratados de Libre Comercio, entre los que se destacan el suscrito con China, Japón, la Unión Europea, Estados Unidos y Corea; asimismo, existen otros Acuerdos de Complementación Económica con MERCOSUR, Canadá, Colombia, México y Perú, entre otros. Además, se mantienen conversaciones con otros bloques para consolidar eventuales tratados. Para los acuerdos suscritos se dará a conocer la desgravación arancelaria por producto a estudiar y las perspectivas en cada uno de los mercados.

En situación actual los principales rubros desarrollados son ganadería bovina y ovina sobre pastos naturales, trigo, papa, poroto y viñas de secano. Cabe señalar que cada área de estudio presenta su patrón de cultivo, los que se desarrollan fundamentalmente en condiciones de secano y algunos de ellos reciben uno o dos riegos en la temporada, lo cual se hace a través de elevaciones mecánicas.

En situación con proyecto se plantea la producción de especies anuales más rentables, para las que se propone la comercialización en época estival en áreas aledañas a las zonas de proyecto con gran afluencia turística o en sectores más al sur donde este tipo de productos es escaso.

De esta manera el listado de rubros a analizar es el siguiente:

- Cultivos
  - Papa
  - Poroto
  - Trigo
- Pecuarios
  - Bovinos
  - Ovinos
- Hortalizas
  - Choclo
  - Lechuga
  - Melón
  - Poroto Granado
  - Poroto Verde
  - Sandía
- Frutales
  - Frutilla
- Vid Vinífera

Por último, es preciso indicar que el análisis de precios se ha efectuado utilizando las series de precios de ODEPA del mercado mayorista de Santiago, COTRISA y Revista del Campo, todos sin IVA, expresados en moneda de Diciembre de 2013.

a) Análisis por Producto

A continuación se presenta el análisis realizado para cada producto, cuyo objetivo es dar a conocer el comportamiento que ha tenido cada uno de ellos en las últimas temporadas, en donde se detallan antecedentes de superficie, producción, comercio exterior, precios en el mercado nacional, situación en los acuerdos comerciales y perspectivas futuras.

- Papas

En las últimas dos décadas la superficie destinada al cultivo de papa experimentó fuertes fluctuaciones, variando de 41.534 hectáreas en 2011/12 y 80.685 hectáreas en 1996/97 (Tabla 13.2.3-1). Cabe destacar que este cultivo se distribuye entre la IV y la X Región, pero las más importantes son la IX y X Región. En la temporada 2006/07 en la VII Región se sembraron 3.341,7 ha, es decir, el 6,2% del total nacional. Al interior de la región, éstas se distribuyeron en 45,2% en la provincia de Linares; 33,1% en Talca; 12% en Curicó y, el 9,7% restante, en Cauquenes.

Los rendimientos, entretanto, han experimentado un significativo aumento en los últimos años, lo que sería atribuible al uso de mayor tecnología en el cultivo del tubérculo. De hecho, en la temporada 2010/11 la producción total fue la mayor del período en análisis, la que fue obtenida de una de las superficies más bajas de cultivo. Es así como desde 1990 en adelante, la cosecha nacional ha fluctuado entre los 7,9 millones de quintales en 1997/98 y los casi 17 millones de quintales obtenidos en 2010/11.

Tabla 13.2.3-1

Evolución del cultivo de Papa			
Temporada	Superficie (has)	Producción (ton)	Rendimiento (qqm/ha)
1989/90	55.140	828.752	150,3
1990/91	59.330	843.938	142,2
1991/92	62.380	1.023.236	164,0
1992/93	63.450	926.036	145,9
1993/94	58.490	899.619	153,8
1994/95	57.129	869.503	152,2
1995/96	59.585	827.633	138,9
1996/97	80.685	1.304.819	161,7
1997/98	56.376	791.998	140,5
1998/99	60.465	994.694	164,5
1999/00	59.957	988.220	164,8
2000/01	63.110	1.210.044	191,7
2001/02	61.360	1.303.268	212,4
2002/03	56.000	1.093.728	195,3
2003/04	59.560	1.144.170	192,1
2004/05	55.620	1.115.736	200,6
2005/06	63.200	1.391.378	220,2
2006/07	54.528	831.054	152,4
2007/08	55.976	965.940	172,6
2008/09	45.097	924.548	205,0
2009/10	50.771	1.081.349	213,0
2010/11	53.653	1.676.444	312,5
2011/12	41.534	1.093.452	263,3
2012/13	49.576	1.159.022	233,8

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA e INE.

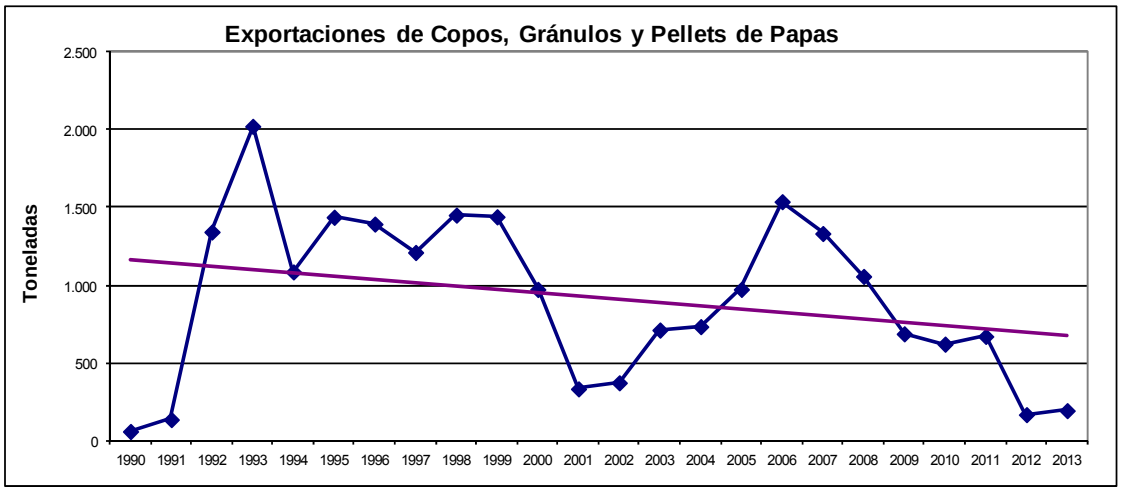
La producción de papas está orientada principalmente al consumo interno, aunque en los últimos años se ha constatado una expansión de las exportaciones.

En efecto, los envíos de copos de papas entre 1990 y 1993 anotaron un significativo incremento, al pasar de 62 toneladas a 2.022 toneladas. Posteriormente, la tendencia fue fluctuante, moviéndose entre 336 toneladas en 2001 y 1.452 toneladas en 1998. Durante los años 2002 y 2005 si bien se constató un repunte de estas transacciones, los volúmenes se ubicaron por debajo de los embarcados entre los años 1992 y 1999 (Gráfico 13.2.3-1). En 2006 las exportaciones aumentaron significativamente, siendo superadas por sólo las registradas en el año 1993 y en 2007 éstas sobrepasaron las 1.330 toneladas. Entre los años 2009 a 2011, estas transacciones se mantuvieron relativamente estables, al exportarse 673 toneladas equivalentes a casi US$1,4 millones FOB. Posteriormente, en los años 2012 y 2013 éstas nuevamente descendieron y en 2013 sumaron sólo 196 toneladas.

Tradicionalmente, Argentina había sido el principal demandante de este producto y en el año 2000 absorbió más del 58% de las ventas chilenas, posteriormente sus adquisiciones han sido marginales. Así, en el año 2013, más del 72% de los envíos se concentró en Holanda, Bélgica, Bolivia y Ecuador, entre otros.

En este sentido, es preciso indicar que la caída de las internaciones por parte de Argentina sería atribuible a nuevas inversiones realizadas en dicho país para la elaboración de este producto.

Gráfico 13.2.3-1



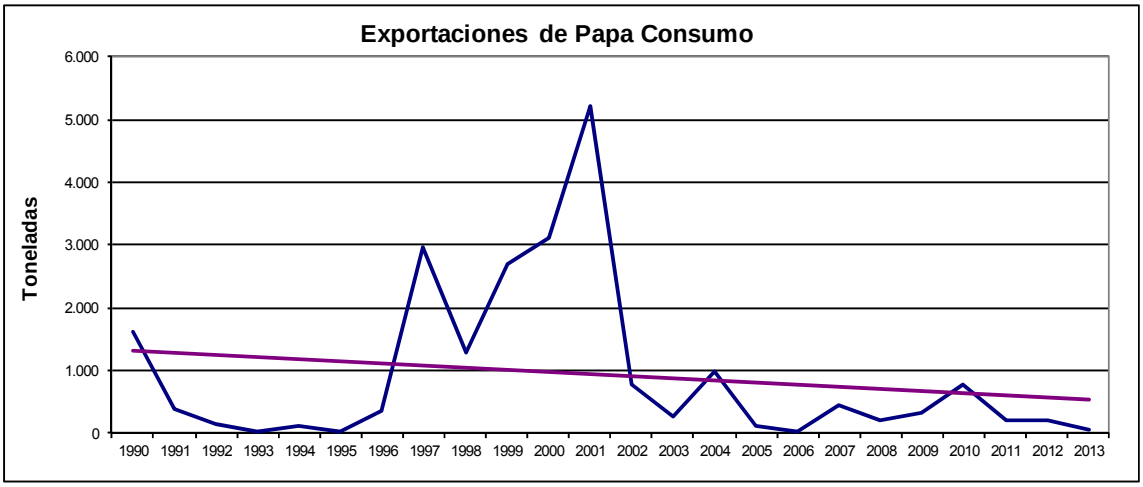
Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

Otro producto que había mostrado una fuerte expansión en las ventas al exterior, es la papa consumo, cuyos envíos en 2001 totalizaron 5.199 toneladas, pero posteriormente descendieron abruptamente, repuntando levemente en 2004, 2007 y 2010 cuando se transaron alrededor de mil toneladas, pero que bajaron drásticamente en el curso de 2011 a 2013 cuando se transaron del orden de 200 toneladas anuales (Gráfico 13.2.3-2).

La plaza de colocación más importante del año 2001 fue Brasil, país que absorbió el 64% del volumen de papa consumo y fue el responsable de la expansión de los envíos chilenos. Esta situación se debió básicamente a la prohibición de importar papas y hortalizas provenientes de zonas desde Argentina por problemas fitosanitarios. Esta coyuntura brindó muy buenas oportunidades para aumentar la presencia del producto chileno en Brasil, pero que no se materializó en los años siguientes.

Cabe señalar que Brasil es un nicho relevante para este producto, por cuanto es un significativo importador de papa para consumo fresco. Es importante destacar que gracias a la certificación sanitaria del SAG, Brasil autorizó el ingreso de este producto desde las regiones IX y X, lo que ha permitido a los productores de esta zona acceder a un mercado de más de 190 millones de habitantes. Si bien esta situación no favorece en forma directa a todo el país, contribuye a otorgar una mayor fluidez a la comercialización del tubérculo, lo que a futuro podría evitar la caída estacional de los precios cuando tiene lugar el grueso de la cosecha.

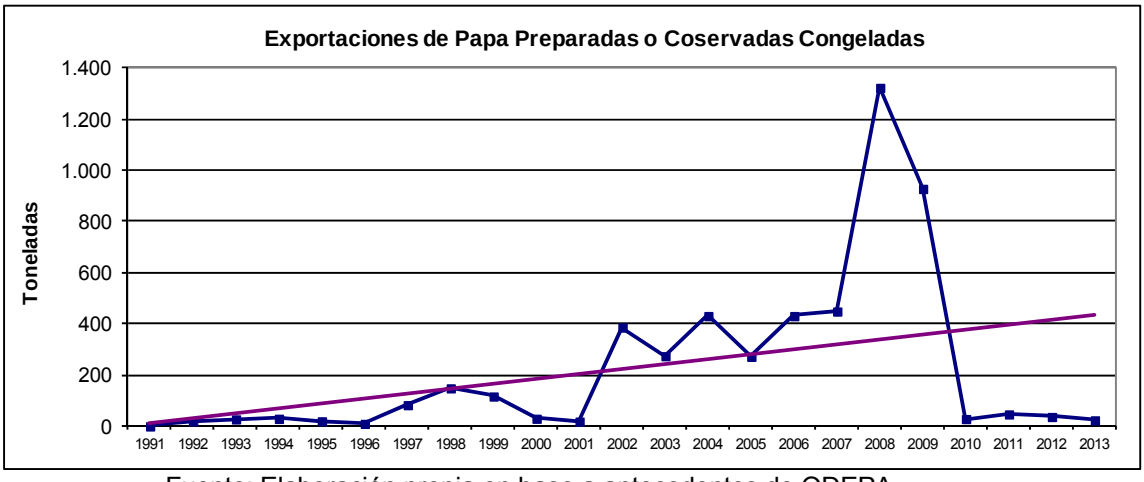
Gráfico 13.2.3-2



Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

Por otra parte, es interesante dar a conocer que Chile está incursionando en las exportaciones de papa preparada congelada, cuyos despachos comenzaron en 1991 con pequeños volúmenes. Posteriormente éstos fueron aumentando, alcanzando el mayor nivel en 2008 con cerca de 1.324 toneladas, lo que ha significado una tendencia alcista en el período de análisis (Gráfico 13.2.3-3). No obstante, los envíos de este producto a partir de 2008 experimentaron un importante descenso y en 2013 sólo se exportaron 24 toneladas, dirigidas a Venezuela, Perú y Costa Rica.

Gráfico 13.2.3-3



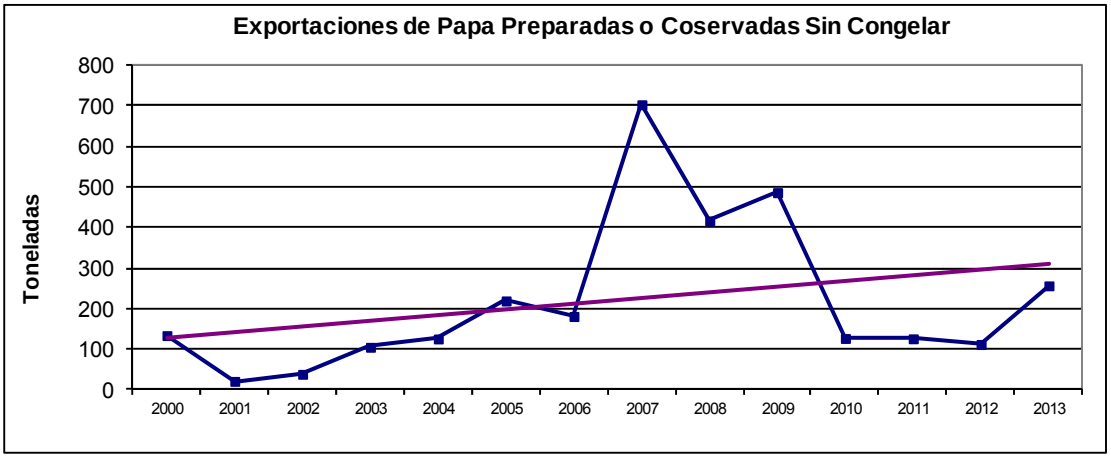
Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

Otro producto que se transa al mercado internacional corresponde a papa preparada o conservadas sin congelar, cuyos envíos se iniciaron el año 2000, registrando el peak en 2007 cuando se exportaron 703 toneladas (Gráfico 13.2.3-4). Posteriormente, las exportaciones descendieron, manteniéndose relativamente estables entre 2010 y 2012, para repuntar en 2013 cuando se vendieron más de

257 toneladas equivalentes a US$1,1 millones FOB. El destino de estas ventas estuvo constituido principalmente por Uruguay.

En este plano, es válido señalar que el consumo de estos producto se encuentra en vías de expansión en el ámbito nacional, lo que se podría traducir en un remplazo de sus homólogos de origen importado.

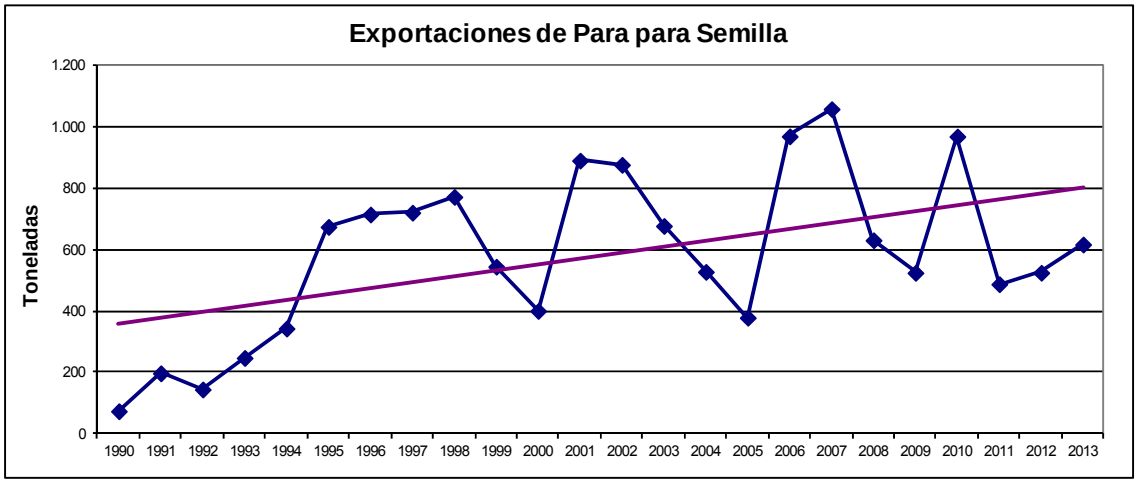
Gráfico 13.2.3-4



Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

Las exportaciones de papa para semilla, entretanto, han mostrado un comportamiento alcista, constatándose los mayores envíos en 2007 con 1.058 toneladas y los menores en 1990 con 74 toneladas. Cabe destacar que en 1999 éstos sufrieron un descenso del orden del 30% respecto de los efectuados en 1998, situación que se repitió en el año 2000 (Gráfico 13.2.3-5). Esto fue consecuencia de una caída de las adquisiciones por parte de Brasil. No obstante, dicho país ha sido el principal demandante de este producto. Es así como en el transcurso del año 2007 absorbió casi el 90% de los envíos, pero en 2008 disminuyó drásticamente sus internaciones, lo que significó que el volumen total exportado por Chile se situara en torno a las 631 toneladas, equivalentes a US$515 mil FOB.

Gráfico 13.2.3-5

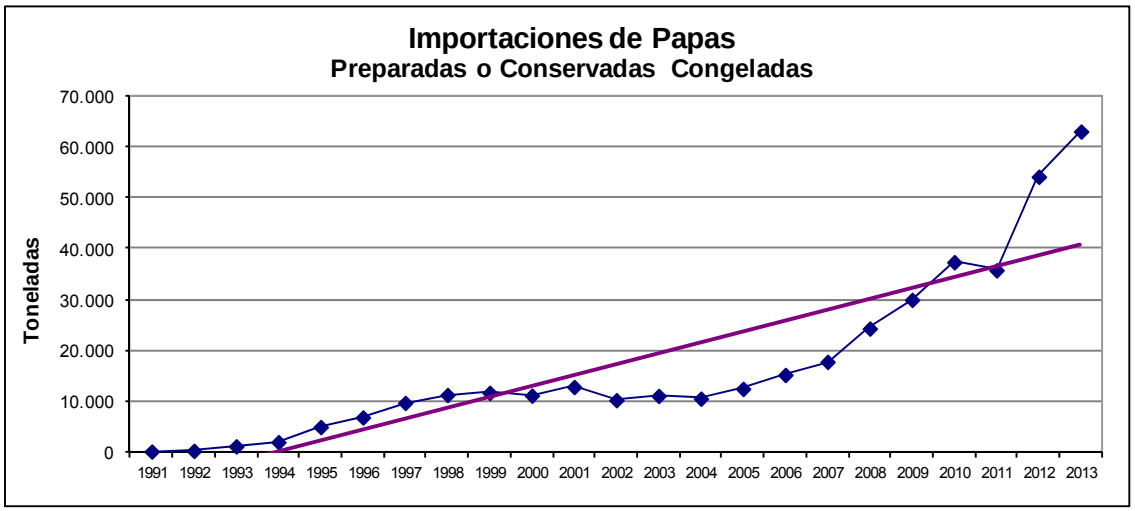


Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

En términos generales, se debe destacar que los envíos de papa semilla han sido bastante erráticos y en 2013 anotaron un aumento, al transarse 617 toneladas, dirigidas en su totalidad a Brasil y Guatemala.

En el contexto de las importaciones, cabe destacar que las de papas preparadas o conservadas congeladas han mostrado un importante incremento. De hecho, las compras de estos productos en el exterior en 1991 alcanzaron a 154,3 toneladas y en 2013 sumaron más de 63 mil toneladas, lo que revela una expansión de más de 408 veces (Gráfico 13.2.3-6). Tradicionalmente, los principales proveedores habían sido Argentina, Bélgica, Holanda, Estados Unidos y Canadá, los dos últimos estrechamente vinculados a las cadenas de distribución de comida rápida instaladas en Chile.

Gráfico 13.2.3-6



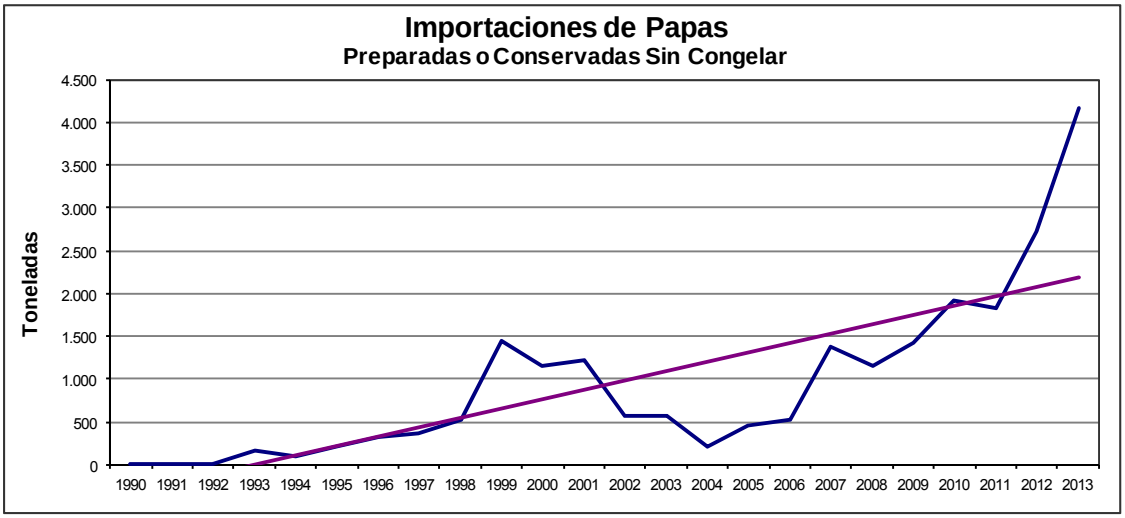
Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

Entre los años 2002 y 2004 las internaciones tendieron a estabilizarse en torno a las 11 mil toneladas, lo que inducía a pensar que la producción nacional estaría abasteciendo el consumo al alza de este producto. No obstante, la expansión en el consumo de este producto es mayor que la producción interna.

En el año 2013 el origen de las importaciones de papas preparadas congeladas fue Bélgica, Holanda, Argentina, Alemania y Estados Unidos, los que en conjunto representaron el 97,3% de las compras chilenas.

Las internaciones de papas preparadas o conservadas sin congelar, entre 1990 y 1999 experimentaron un fuerte crecimiento, totalizando en el último año algo más de 1.437 toneladas; pero a partir del año 2000 éstas sufrieron un sostenido deterioro, lo que sería atribuible a la sustitución de este producto por producción doméstica. No obstante se debe señalar que en 2010 y 2013 éstas experimentaron un claro repunte, superando a lo internado en 1999 cuando se registró el peak de importaciones (Gráfico 13.2.3-7). En el año 2013 éstas totalizaron 4.157 toneladas, equivalentes a US$17,3 millones CIF. El origen del producto, durante el último año, fue principalmente desde países del hemisferio norte, como México, Holanda, Estados Unidos y Canadá.

Gráfico 13.2.3-7



Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

En el ámbito interno, el canal de comercialización de mayor relevancia es el comerciante intermediario que compra directamente en el predio para transportar el producto a los grandes centros urbanos, en especial, al mercado mayorista de Lo Valledor en Santiago. Los medianos y grandes productores comercializan directamente en este mercado. En menor escala, se canaliza el producto a algunas agroindustrias (puré y chips) y se envasa también para supermercados.

En términos generales, cabe señalar que los productores no tienen muchas posibilidades de negociar el precio de venta, ya que los intermediarios ofrecen un

valor definido, que está ligado al resultado de la cosecha de la temporada anterior y de la actual. La primera, influye en el nivel de existencias que puedan aun conservarse, en tanto que la segunda, y de mayor impacto, define la oferta para el período de comercialización. Tanto las exportaciones del tubérculo como el volumen destinado a la agroindustria, todavía no son suficientes como para influir significativamente en el mercado.

Al analizar la evolución de los precios presentados en la Tabla 13.2.3-2, expresados en moneda de Diciembre de 2013, se constata que éstos registran fuertes fluctuaciones entre un año y otro, destacándose períodos de alzas y de bajas de dos a tres años consecutivos. Así, desde 1995 a 1997 se produce una caída sostenida, lo que se explicaría por el aumento de superficie cultivada con papas en esos mismos años. Esta situación desde el último trimestre de 1997 se revirtió, como consecuencia de una relación oferta - demanda más ajustada.

No obstante, a fines de 1998 las cotizaciones disminuyeron considerablemente, lo que significó que el valor promedio de 1999 fuera 30% real más bajo que el anotado en 1998. Esta situación sería atribuible a una expansión de la cosecha doméstica.

Posteriormente, el comportamiento de los precios ha sido de alzas y bajas, lo que ha estado en estrecha relación con la oferta interna, registrándose los valores más bajos en el transcurso de 2004. Como consecuencia de la menor superficie de cultivo en la temporada 2004/05, los precios del tubérculo repuntaron claramente en 2005, cuando el promedio fue 106% real más elevado que el registrado en 2004. En el año 2007 y 2008 las cotizaciones aumentaron nuevamente debido a una menor cosecha, las que descendieron drásticamente en 2010 y 2011, cuando se logró una notable expansión de la producción interna.

Tabla 13.2.3-2

Precio Real de Papa ($ de Diciembre de 2013/kilo, sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1995	171	125	120	110	115	145	182	252	314	263	198	119	176
1996	116	201	176	247	211	223	167	147	148	120	107	94	163
1997	101	82	76	77	101	107	109	116	126	187	238	263	132
1998	182	136	118	127	136	147	162	175	250	227	150	81	157
1999	80	86	87	86	83	104	114	120	140	139	140	144	110
2000	138	116	113	109	101	117	129	138	174	178	180	86	131
2001	88	71	70	65	65	81	96	100	115	126	181	140	100
2002	112	126	154	149	151	183	192	259	289	309	259	177	197
2003	114	139	135	125	124	136	131	147	151	155	122	69	129
2004	98	102	107	115	99	100	101	100	96	112	126	75	103
2005	80	143	156	148	163	197	219	256	400	357	296	129	212
2006	113	166	164	158	156	156	168	182	187	176	197	112	161
2007	96	167	176	173	176	214	270	381	363	363	266	153	233
2008	101	232	284	261	264	263	244	237	242	325	412	439	275
2009	333	299	219	203	204	217	237	272	361	287	216	132	248
2010	109	111	111	129	151	157	151	149	142	150	146	74	132
2011	70	97	109	102	94	107	123	146	168	167	180	195	130
2012	207	226	207	169	187	226	240	278	378	415	241	159	244
2013	143	141	161	184	226	241	242	239	313	396	378	168	236
Promedio Mensual	129	146	144	144	148	164	172	194	229	234	212	148	172

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

En 2012 y 2013 los precios aumentaron nuevamente debido a una menor oferta interna registrando un valor promedio en el último año del orden de $236 el kilo.

Además de las fluctuaciones de precios anuales antes citadas, en este mercado existe una marcada estacionalidad, según la época en que se comercialice el tubérculo. Así, en los mercados mayoristas se aprecia que los mayores precios se registran entre septiembre y noviembre, cuando se transan los primores provenientes de la IV y V Región.

Al analizar el comportamiento de las cotizaciones de la papa temprana se constata que en noviembre el valor promedio registrado es 23% más elevado que el promedio anual, y es 52% superior que los alcanzados entre enero y marzo cuando tiene lugar el grueso de la cosecha nacional.

En los próximos años se debería esperar una importante modernización de este cultivo, tanto en términos de variedades y tecnologías de cultivo como de canales de comercialización y exigencias de requerimientos, de acuerdo al uso final de las papas.

Este rubro tiene perspectivas favorables a nivel nacional, las que deben asociarse a la producción de papa temprana, a la exportación de papa para consumo y semilla, al crecimiento de la demanda en los restaurantes de comida rápida y a la elaboración de productos agroindustriales como papas fritas, congeladas y prefritas; estas últimas para ser consumidas en el país o para exportación.

En este contexto, cabe señalar que Chile desde 1997 puede exportar e importar todo tipo de productos de papas hacia y desde México, Colombia y Venezuela con arancel 0; desde el 1/1/98 ocurre lo mismo con Ecuador. Asimismo, los embarques a Canadá entran libres de arancel y las importaciones alcanzaron arancel 0 el año 2007. En Perú, las exportaciones de copos de papa entran con arancel 0 desde el año 2008, en tanto que las preparadas conservadas con y sin congelar lo hacen desde 2003.

En MERCOSUR, las preferencias varían dependiendo de la clasificación arancelaria. Así para semilla el arancel externo común es 0. A las papas congeladas sin preparar, las secas, los copos y las preparadas sin congelar, se les otorgó una preferencia inicial de 40%, y quedaron con arancel 0 el año 2004. La preferencia inicial para las papas para consumo fresco fue de 70%, para quedar con arancel 0 en el 2004. Por último, las preparadas congeladas tienen una preferencia inicial de un 30%, que se mantuvo hasta 1999, posteriormente, ésta se fue incrementando hasta llegar a 100% el año 2006.

En los acuerdos más recientes suscritos por Chile las importaciones de papa congeladas provenientes de la Unión Europea y Estados Unidos actualmente no pagan arancel; asimismo, las de papas preparadas sin congelar desde Estados Unidos dejaron de gravar su entrada a partir del año 4 de vigencia del acuerdo (2008), mientras que las de la Unión Europea lo hacen desde el año 10, es decir, en 2013.

En el ámbito de las exportaciones, los productos más favorecidos en la Unión Europea son la papa consumo y de siembra, ya que dejaron de pagar arancel de internación desde la entrada en vigencia del acuerdo, la papa congelada y los copos lo hacen desde el año 2010; en ese nicho comercial los aranceles antes del acuerdo eran de 5,8%, 4,5%, 10,9% y 8,5%, respectivamente. En Estados Unidos los envíos de copos, papa siembra, consumo y congelada, ya no pagan arancel.

- *Poroto*

El poroto es la principal leguminosa cultivada en el país, extendiéndose desde la III a la X Región, alcanzando en la temporada 1996/97 un total de 30.193 has, de las cuales el 73,3% correspondieron a variedades de consumo interno y el resto a exportación.

En la últimas dos décadas el área destinada al frejol ha fluctuado significativamente anotando la mayor extensión en la temporada 1990/91 con 88.440 ha y la menor en 2011/12 con 6.428 ha, lo que revela una contracción de algo más de 92% (Tabla 13.2.3-3). Este descenso del área de cultivo ha estado en estrecha relación con el deterioro de las exportaciones y la caída que han experimentado los precios en el mercado interno.

En la VII Región, de acuerdo al VII Censo Nacional Agropecuario realizado por INE, en la temporada 2006/07 se cultivaron 5.149,5 ha con esta especie, de las cuales

alrededor del 80% correspondió a variedades de consumo interno. El área regional, representó el 46,7% del nacional; distribuida en 63,6% en la provincia de Linares; 25,1% en Talca; 9,4% en Curicó y, el 1,9% restante en Cauquenes.

A nivel nacional la producción ha variado considerablemente, aunque no ha mostrado el mismo comportamiento de alzas y bajas exhibido por la superficie, lo cual sería atribuible a los cambios experimentados por los rendimientos.

Tabla 13.2.3-3

Evolución del cultivo de Poroto			
Temporada	**Superficie (has)**	**Producción (ton)**	**Rendimiento (qqm/ha)**
1989/90	68.560	87.088	12,7
1990/91	88.440	116.954	13,2
1991/92	70.010	90.693	13,0
1992/93	46.710	54.560	11,7
1993/94	44.330	53.980	12,2
1994/95	46.579	55.895	12,0
1995/96	49.353	65.581	13,3
1996/97	30.252	35.998	11,9
1997/98	38.694	55.466	14,3
1998/99	29.058	30.778	10,6
1999/00	31.386	44.274	14,1
2000/01	35.620	60.447	17,0
2001/02	28.190	45.043	16,0
2002/03	25.870	47.909	18,5
2003/04	26.500	48.712	18,4
2004/05	23.540	44.597	18,9
2005/06	25.650	50.262	19,6
2006/07	11.573	19.538	16,9
2007/08	11.965	20.433	17,1
2008/09	16.718	28.396	17,0
2009/10	13.512	23.420	17,3
2010/11	12.532	24.131	19,3
2011/12	6.428	11.249	17,5
2012/13	11.050	18.993	17,2

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA e INE.

En efecto, éstos han oscilado entre 19,6 qqm/ha y 10,6 qqm/ha, y no han sufrido un incremento constante a través de las temporadas como lo han hecho, por ejemplo, trigo, cebada y maíz. Este fenómeno sería consecuencia de que este cultivo lo realizan principalmente pequeños productores que no incorporan tecnología en el ámbito de la producción. No obstante, se debe señalar que a partir del año 2000, éstos han mostrado un incremento asociado a la utilización de semillas de mejor calidad.

A pesar de lo anterior se debe tener en consideración que en este rubro, a diferencia de otros, no ha existido un programa masivo de transferencia tecnológica que permita elevar la productividad de esta leguminosa. Es así como un bajo porcentaje de la superficie sembrada corresponde a semilla certificada, ya que en la mayoría

de los casos los agricultores utilizan su propia semilla, que presenta baja germinación y alta susceptibilidad a enfermedades. Por lo tanto, en esta materia queda aún un amplio margen para mejorar la rentabilidad.

En cuanto a las transacciones, los bajos volúmenes comercializados por cada agricultor les otorga individualmente un escaso poder de negociación, de manera que este mercado opera a través de un gran número de intermediarios, entre los que figuran: comisionistas, bodegueros o acopiadores y corredores.

A través de los canales señalados se comercializan tanto las variedades de consumo interno como las destinadas a la exportación. Dentro de las primeras la principal es la variedad Tórtola y entre las segundas se destacan básicamente los frejoles Black Mexican, Arroz, y Hallados.

Los precios del poroto Tórtola (Tabla 13.2.3-4), expresados en moneda de Diciembre de 2013, han fluctuado considerablemente a través del tiempo, registrando los valores más altos en 2013, con $187.976 el quintal. Entretanto, las cotizaciones más bajas se constataron el año 2001 con un valor promedio de $45.592 el quintal.

Cabe destacar que las variaciones de precios del producto doméstico están asociadas tanto a la oferta interna como a la demanda externa, ya que Chile es un exportador de esta leguminosa. Si bien la variedad Tórtola no se exporta y es preferida por los consumidores chilenos, sus cotizaciones se ven afectadas por la disponibilidad general de esta leguminosa, la que aumenta si las exportaciones caen.

En el Gráfico 13.2.3-8 se presentan las exportaciones de poroto consumo común, en donde se aprecia claramente que éstas en los últimos años han exhibido una fuerte caída, y en el 2013 sumaron sólo 37 toneladas equivalentes a US$27 mil FOB.

Tabla 13.2.3-4

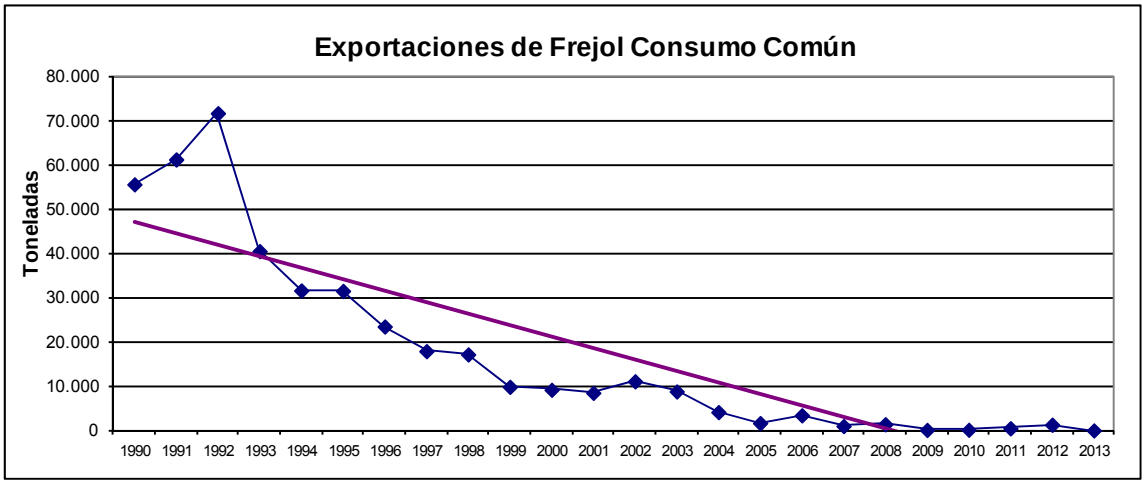
Precio Real de Poroto Tórtola ($ de Diciembre de 2013/quintal, sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1995	99.395	84.666	78.760	85.656	93.118	104.308	108.684	106.920	115.261	116.918	114.299	117.136	102.093
1996	119.975	111.183	100.406	92.616	83.909	81.723	69.321	52.679	48.809	47.866	47.078	55.812	75.948
1997	57.902	65.622	63.080	64.620	65.631	64.898	57.595	53.923	48.307	46.041	55.511	67.195	59.194
1998	67.837	69.598	67.100	62.975	59.004	63.750	69.497	65.981	65.103	65.124	65.030	66.873	65.656
1999	71.387	69.191	65.558	66.908	66.823	70.434	80.980	87.476	90.563	88.809	97.782	102.228	79.845
2000	96.129	87.222	73.621	71.226	72.551	74.425	73.823	74.649	73.689	72.246	70.470	65.383	75.453
2001	64.792	61.491	54.925	47.754	46.026	45.015	40.175	38.335	38.060	36.265	35.860	38.410	45.592
2002	37.610	36.387	42.270	47.429	52.308	52.371	51.756	51.655	47.980	47.625	47.667	48.820	46.990
2003	47.356	49.324	52.520	65.533	72.320	79.318	86.392	87.651	87.476	93.676	94.425	96.141	76.011
2004	96.322	96.310	97.315	98.348	96.908	94.191	93.510	92.694	92.648	90.547	90.314	89.742	94.071
2005	85.436	82.762	73.097	51.349	46.961	48.567	49.165	48.132	42.275	43.915	39.618	40.637	54.326
2006	48.548	50.796	49.625	49.748	49.626	50.630	50.361	45.505	44.637	46.907	48.708	45.647	48.395
2007	51.945	52.035	55.668	69.400	81.026	80.279	78.143	77.301	76.435	84.289	87.466	113.821	75.651
2008	113.870	114.960	136.150	141.531	139.908	139.692	136.314	135.066	133.641	129.708	113.306	93.979	127.344
2009	90.189	90.518	60.866	53.620	62.244	66.542	82.123	80.036	64.507	61.918	60.713	67.459	70.061
2010	69.904	72.497	70.211	67.998	67.424	70.519	60.404	58.815	54.747	45.176	45.911	49.132	61.062
2011	48.994	57.037	61.994	68.568	61.014	58.772	57.632	57.112	58.315	57.612	57.323	59.588	58.663
2012	62.881	70.231	84.403	97.594	124.553	156.155	162.417	166.225	164.954	174.284	175.070	175.118	134.490
2013	174.813	174.604	163.702	178.207	171.369	174.956	191.579	198.225	197.168	198.163	212.923	220.000	187.976
Promedio Mensual	79.226	78.760	76.383	77.952	79.617	82.976	84.204	83.073	81.293	81.426	82.078	84.901	80.991

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA hasta Noviembre de 2007, luego Revista del Campo.

En el curso del año 2013, los principales demandantes del producto chileno, fueron Perú y Líbano, entre otros. Es preciso indicar que tradicionalmente Brasil había liderado las adquisiciones de poroto, pero desde 1999 éstas sufrieron una abrupta caída, al pasar desde 10.921 toneladas en 1999 a prácticamente 0 en los años siguientes, lo que sería atribuible a la devaluación y a los problemas financieros que afectaron a dicho país.

Es interesante destacar que la incorporación de Chile al MERCOSUR debería ser favorable para este rubro, puesto que Chile posee ventajas comparativas. Es así como en 1996 al suscribir el Acuerdo el arancel pagado por los envíos chilenos a Brasil bajó en forma inmediata desde 3% a 1,2%, monto que se igualó a 0 el año 2006. A Uruguay, en tanto, las exportaciones chilenas entre 1996 y 1999 gozaron de una preferencia arancelaria de 30%, monto que se incrementó en 10% anual, hasta llegar a 100% en el 2006. El producto que ingresa a Venezuela, antes del acuerdo pagaba un arancel de un 15%, mientras que ahora el arancel vigente es 0.

Gráfico 13.2.3-8



Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

En los acuerdos comerciales más recientes actualmente el poroto chileno entra sin pagar arancel en la Unión Europea y Estados Unidos, mientras que en Corea este tributo quedó sin efecto a partir del año 10, es decir, en 2014. Se debe señalar que en años anteriores las exportaciones a Estados Unidos y la Unión Europea habían sido más relevantes, pero los agentes compradores de esta leguminosa se encuentran optimistas en relación a estos mercados, ya que se encuentran abocados en mejorar la calidad del producto, mediante la implementación de nuevas técnicas de selección y limpieza, con el objeto de acceder a mercados más exigentes en forma estable.

En términos generales, se puede concluir que el éxito de este cultivo estará dado fundamentalmente en el aumento de la rentabilidad, por vías tales como utilización de semilla certificada, perfeccionamiento de la cadena de comercialización y conocimiento de las variables que afectan al mercado internacional.

- *Trigo*

El trigo blanco es la especie de mayor relevancia cultivada en el país y se extiende desde la I a la XI Región, pero se concentra en más de 80% entre la VII y IX Región, donde se cosecha alrededor del 78% de la producción nacional. Este cereal se desarrolla tanto en condiciones de riego como de secano, en una proporción de 23% y 77%, respectivamente.

De acuerdo con el VI Censo Nacional Agropecuario, en la temporada 1996/97 la superficie dedicada a rubro abarcó aproximadamente 398.643 ha, cifra que representa el 47,7% total del área sembrada con cultivos tradicionales. Según el VII Censo nacional Agropecuario realizado por INE en 2007, la superficie de este cereal en ese año alcanzó a sólo 219.763 hectáreas, lo que revela una caída de 44,9% en relación a lo sembrado diez años atrás (Tabla 13.2.3-5). En la década de 1980 la superficie dedicada al cultivo del trigo registró su peak en la temporada 1986/87 con 676.560 hectáreas.

En la VII Región, en la temporada 2006/07, se cultivaron alrededor de 24.101 ha de trigo, de las cuales el 71% se sembró en terrenos de riego y el 29% restante es condiciones de secano. Al interior de la región, la provincia de Linares participó con el 65% de las siembras, Talca con el 18,4%, Cauquenes con el 8,7% y, Curicó con el 7,9% restante.

A pesar de las fluctuaciones exhibidas por la superficie, la producción ha variado en una menor cuantía, ya que los rendimientos han aumentado debido a la adopción de nuevas tecnologías. En efecto, a principios de los 80 los rendimientos eran del orden de 16 quintales por hectáreas, mientras que a fines de esa década éstos superaban los 30 qqm/ha, en los años 90 éstos han oscilados entre 35 y 40 qqm/ha y a partir del año 2000 han fluctuado entre 42 y 58 quintales por ha.

Tabla 13.2.3-5

Evolución del cultivo de Trigo			
Temporada	**Superficie (has)**	**Producción (ton)**	**Rendimiento (qqm/ha)**
1989/90	582.820	1.718.214	29,5
1990/91	466.480	1.588.677	34,1
1991/92	460.700	1.556.588	33,8
1992/93	395.110	1.322.336	33,5
1993/94	361.580	1.271.202	35,2
1994/95	389.820	1.372.166	35,2
1995/96	368.751	1.227.148	33,3
1996/97	398.643	1.563.733	39,2
1997/98	383.622	1.682.040	43,8
1998/99	338.583	1.196.626	35,3
1999/00	391.580	1.492.710	38,1
2000/01	414.000	1.780.157	43,0
2001/02	426.100	1.818.693	42,7
2002/03	415.660	1.797.084	43,2
2003/04	420.400	1.921.652	45,7
2004/05	419.660	1.851.940	44,1
2005/06	314.720	1.403.689	44,6
2006/07	219.763	1.103.497	50,2
2007/08	270.591	1.237.861	45,7
2008/09	280.688	1.145.290	40,8
2009/10	264.304	1.523.921	57,7
2010/11	271.415	1.575.822	58,1
2011/12	245.231	1.213.101	49,5
2012/13	253.627	1.474.663	58,1

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA e INE.

La evolución de la superficie ha estado estrechamente relacionada con la experimentada por los precios y las importaciones. En efecto, tal como se aprecia en la Tabla 13.2.3-6, si bien entre 1997 y 1999 los precios en el mercado interno experimentaron un incremento como consecuencia del descenso de la superficie de cultivo, éste se vio neutralizado con la expansión de las importaciones. Se debe señalar que en esos mismos años los precios internacionales registraron una disminución.

Posteriormente, los precios internos, expresados en moneda de Diciembre de 2013, fluctuaron en torno a $ 13.000 el quintal e incluso superaron los $15.000 por quintal, pero en los años 2007 y 2008 experimentaron un importante incremento, situándose en 2008 por sobre los $20.000 por quintal, debido al fortalecimiento de los precios internacionales y a la menor producción nacional. En los años 2009 y 2010 éstos descendieron significativamente, debido a una mayor oferta interna y a la caída de los precios internacionales. En 2011 los precios de este cereal se recuperaron en un 24,9% real respecto de los registrados un año atrás, lo que sería atribuible a un fortalecimiento de los precios internacionales. Esta solidez de los precios continuó manifestándose en 2012 y 2013, pero se estima que éstos debieran descender durante el próximo año debido a un aumento de la producción mundial, como de hecho se ha constatado en los precios futuros en el ámbito internacional.

Tabla 13.2.3-6

Precio Real de Trigo ($ de Diciembre de 2013/quintal, sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1995	16.327	16.217	16.116	15.986	15.973	15.939	16.364	17.275	18.044	18.157	18.027	17.215	16.803
1996	17.699	17.676	18.241	18.673	20.285	20.876	20.565	19.555	18.782	18.156	17.472	15.101	18.590
1997	14.717	14.976	14.973	14.952	15.319	15.746	15.262	15.088	14.889	14.331	13.891	13.755	14.825
1998	13.977	14.455	14.405	14.254	14.414	14.551	14.969	15.481	16.481	16.902	16.522	15.314	15.144
1999	15.494	15.463	15.483	15.633	15.686	15.757	16.144	16.389	16.550	16.583	15.664	14.672	15.793
2000	14.385	14.108	14.887	15.132	15.099	15.210	15.386	15.511	15.845	15.804	15.087	13.583	15.003
2001	13.891	14.457	14.436	14.512	14.614	14.764	15.569	15.984	15.491	15.064	15.222	15.006	14.917
2002	14.876	15.404	15.363	15.453	15.455	15.488	15.742	16.243	17.098	17.135	16.970	16.375	15.967
2003	17.490	17.623	17.691	17.656	17.333	17.264	17.370	17.377	17.362	17.193	16.792	16.249	17.283
2004	16.623	15.446	15.452	15.498	15.670	16.069	16.056	16.163	14.865	14.994	13.547	12.692	15.256
2005	12.964	12.943	12.826	13.319	13.896	14.460	14.421	14.303	13.597	13.380	13.346	13.665	13.593
2006	14.053	14.363	14.487	14.445	14.279	14.302	14.424	14.696	14.782	16.229	16.805	16.232	14.925
2007	15.997	15.911	15.651	15.935	16.702	16.968	18.167	20.659	21.633	22.609	21.937	21.955	18.677
2008	22.085	21.846	24.412	24.267	24.192	23.274	24.565	23.496	24.584	22.630	21.739	17.498	22.882
2009	15.670	16.180	15.893	15.127	14.938	15.254	15.179	14.381	12.834	12.637	12.592	12.975	14.472
2010	13.505	12.976	13.485	13.866	12.877	13.098	12.498	12.945	13.605	13.739	13.664	14.344	13.383
2011	15.487	15.753	16.604	17.045	17.287	17.712	16.756	16.835	17.574	17.157	16.881	15.451	16.712
2012	14.623	14.601	15.115	15.106	15.024	15.589	16.970	17.921	18.532	18.659	19.103	18.542	16.649
2013	18.330	17.940	17.675	17.452	16.760	17.189	17.171	17.518	17.695	17.401	17.302	17.100	17.461
Promedio Mensual	15.694	15.702	15.958	16.016	16.095	16.290	16.504	16.727	16.855	16.777	16.451	15.670	16.228

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA hasta Nov 2007, luego Cotrisa.

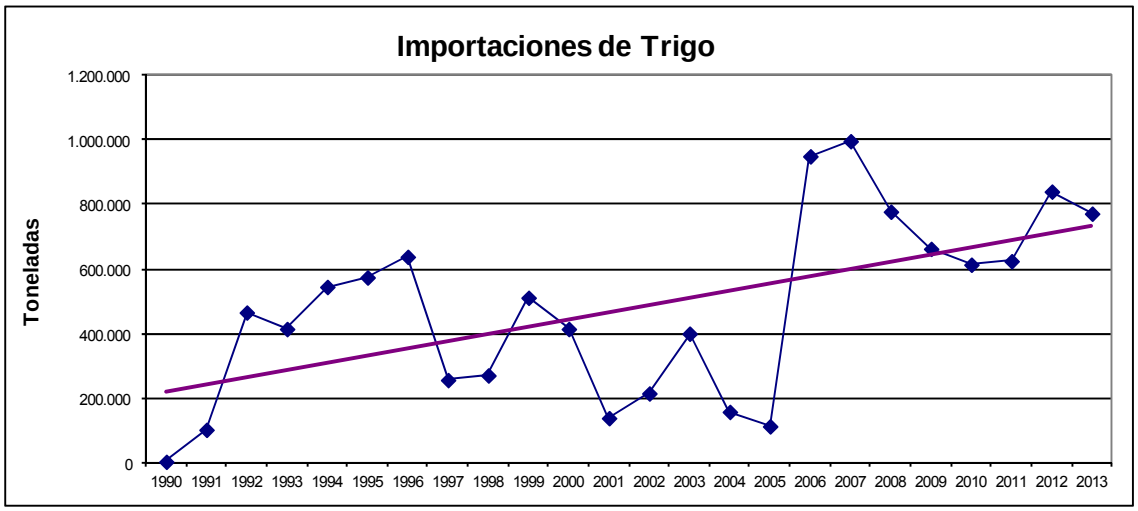
Como se mencionó anteriormente, el consumo nacional de trigo se satisface a través de la producción interna y de las importaciones. De esta manera, el precio nacional de este producto está estrechamente ligado a las fluctuaciones de las cotizaciones internacionales. No obstante, este producto está afecto al mecanismo de Banda de Precios, sistema que atenúa las bruscas variaciones registradas por los precios del cereal en el ámbito mundial.

Las importaciones de trigo a partir del año 1990 experimentaron un notable incremento, debido a que la demanda se ha mantenido relativamente estable y la cosecha nacional había descendido considerablemente. Esta tendencia cambió en 1997, puesto que la producción doméstica experimentó un crecimiento, debido al aumento de la superficie de cultivo y a mayores rendimientos.

Así, como se aprecia en el Gráfico 13.2.3-9, las adquisiciones de este cereal entre 1990 y 1996 aumentaron sostenidamente, posteriormente la situación ha sido más fluctuante, lo que ha estado en estrecha relación con el resultado de la cosecha interna. Desde el año 2001 a 2003, las compras aumentaron hasta situarse en algo más de 400 mil toneladas en 2003. En contraposición, en el trascurso del año 2004 y 2005 las internaciones descendieron significativamente, pero entre 2006 y 2008 aumentaron notablemente, superando todas las adquisiciones del período de análisis, lo que sería atribuible a una menor cosecha doméstica y a un aumento del consumo. En el trienio 2009-2011 las importaciones se mantuvieron relativamente estables en torno a 620 mil toneladas, para aumentar en 2012 y 2013 debido a una menor oferta interna.

Durante el año 2013, los principales oferentes de este cereal fueron Estados Unidos, Argentina y Canadá, entre otros.

Gráfico 13.2.3-9



Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

En este contexto, en preciso tener presente que la incorporación de Chile al MERCOSUR, significa que las importaciones de trigo continuarán sujetas a los derechos específicos y rebajas arancelarias dispuestas por el mecanismo de la Banda de Precios. En Canadá, este producto quedó en la lista de desgravación a 18 años, y dejará de pagar arancel el año 2014.

Entretanto, en el acuerdo con Corea este producto quedó en lista de excepción, donde no existirá desgravación arancelaria; para las importaciones originarias de Estados Unidos, la desgravación alcanzará a 100% sólo el año 12 de vigencia del acuerdo, existiendo 4 años de gracia, en donde no se efectuará devaluación.

En este sentido, se debe destacar las ventajas comparativas que existen en los países actualmente miembros del MERCOSUR respecto al cultivo de trigo en Chile, como también el descenso de los valores Piso y Techo de la Banda de Precios hasta el año 2014, lo que se debería traducir en una caída de la superficie interna

afectando más severamente a productores con bajos rendimientos y aquellos que no pueden beneficiarse de las economías de escala.

Con respecto a la comercialización del trigo, cabe señalar que los potenciales compradores son:

- Molinos
- COTRISA, poder comprador estatal, cuyo objetivo es intervenir en el mercado para sustentar los niveles de precios derivados de la Banda de Precios vigente cada temporada y darle fluidez a las transacciones del trigo.
- Acopiadores privados.

De ellos, el principal agente comprador está constituido por los molinos, los que en las últimas temporadas han adquirido gran parte del trigo cosechado en el país y del importado. En la actualidad, existen en el país aproximadamente 136 molinos establecidos. La Región Metropolitana absorbe alrededor del 50% de la molienda nacional, distribuyéndose la diferencia en forma más o menos uniforme entre las regiones V y la X.

En Chile, cuando se inicia la temporada de comercialización, eventualmente tiene lugar la participación de COTRISA, evento que adquiere gran relevancia cuando el costo de importación se ubica por debajo del "piso" de la Banda de Precios. Aquí dicho poder comprador cumple un rol fundamental, y el precio ofrecido a los productores corresponde al piso descontando los gastos operacionales y el costo financiero de tener el producto almacenado.

- *Carne bovina*

Durante las últimas décadas, las existencias de ganado bovino se situaron entre 3 millones 300 mil y 3 millones 400 mil cabezas, sufriendo las oscilaciones propias derivadas de los ciclos ganaderos, situación que se modificó a partir de 1990, año desde el cual se inició un definido aumento.

En efecto, éstas pasaron de 3 millones 404 mil en 1990 a cerca de 4 millones 98 mil unidades en la temporada 1996/97, siendo este incremento bastante paulatino a través del tiempo (Tabla 13.2.3-7). Resulta interesante destacar que la mayor parte del crecimiento ha tenido lugar en la zona sur y austral, regiones donde se ha acentuado la importancia del rubro pecuario, en especial considerando la declinación experimentada por los cultivos tradicionales.

Posteriormente, no se tiene información de estadísticas de masa ganadera, sólo en el año 2007 el INE a través del VII Censo Nacional Agropecuario informa que el ganado bovino asciende a una masa total de 3.719.507 cabezas, lo que implica un descenso de 9,3% respecto de lo censado, por la misma entidad, en la temporada 1996/97.

De acuerdo a los antecedentes recopilados del VII Censo Nacional Agropecuario, en 2007 la VII Región contaba con una masa bovina del orden de 258 mil cabezas, monto que representa el 6,9% del total nacional. Al interior de la Región, ésta se distribuye en 40,1% en la provincia de Linares; 34,1% en Talca; 19% en Curicó y, el 6,8% restante en Cauquenes.

En el mercado nacional, la oferta de carne bovina está determinada por la producción doméstica y las importaciones. La producción interna ha aumentado significativamente desde 1987, lo que ha estado en estrecha relación con el beneficio de estos animales. No obstante, en 1991 y 1992 se produjo una importante reducción que sería atribuible a la fase de retención de vientres del ciclo ganadero. Posteriormente, hasta el año 1997 ésta experimentó un sostenido incremento, hasta situarse en torno a 262 mil toneladas de carne en vara; luego la oferta descendió totalizando en el año 2003 algo más de 191 mil toneladas, para posteriormente aumentar hasta el año 2007 cuando se faenaron más de 241 mil toneladas. Posteriormente, el beneficio descendió y en 2011 y 2012 se ha situado por debajo de las 200 mil toneladas de carne en vara.

Tabla 13.2.3-7

Evolución del Ganado Bovino				
Año	Existencias (número)	Beneficio (número)	Beneficio (ton carne vara)	Rendimiento (kg carne/animal)
1990	3.403.850	1.010.741	242.452	239,9
1991	3.460.530	941.649	218.790	232,3
1992	3.557.480	795.193	199.972	251,5
1993	3.691.730	891.509	224.099	251,4
1994	3.814.242	964.285	239.615	248,5
1995	3.858.248	1.054.361	257.792	244,5
1996	3.919.593	1.074.766	259.487	241,4
1997	4.098.438	1.094.684	262.105	239,4
1998	s/i	1.050.370	256.343	244,1
1999	s/i	944.265	226.361	239,7
2000	s/i	940.374	226.364	240,7
2001	s/i	870.282	217.644	250,1
2002	s/i	800.400	199.957	249,8
2003	s/i	751.796	191.784	255,1
2004	s/i	821.229	208.259	253,6
2005	s/i	864.300	215.583	249,4
2006	s/i	950.468	237.553	249,9
2007	3.719.507	963.717	241.677	250,8
2008	s/i	1.004.773	240.257	239,1
2009	s/i	867.220	209.853	242,0
2010	s/i	819.374	210.745	257,2
2011	s/i	724.830	190.979	263,5
2012	s/i	762.129	197.571	259,2

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA e INE

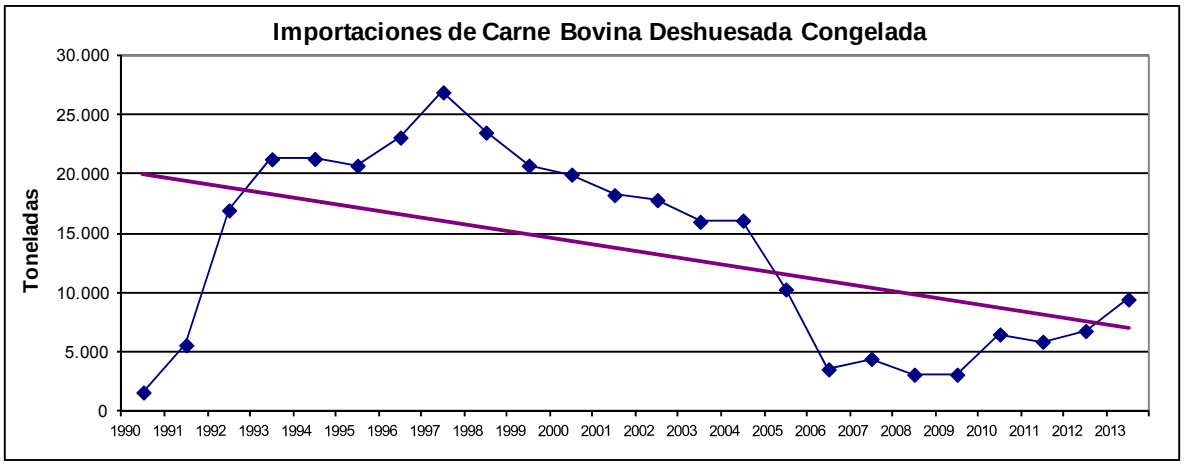
La relación kilos de carne por animal, durante la última década, ha fluctuado entre 232,3 en 1991 y 263,5 en 2011. La tendencia general fue de un descenso hasta el año 2000, lo que había estado en concordancia con las disposiciones de la Ley de Tipificación de la Carne, en el sentido de favorecer el beneficio de animales de

menor edad. No obstante, desde el año 2001 hasta el 2007 el rendimiento medio se ha mantenido en torno a los 250 kilos, lo que hace suponer que la ganancia de peso de los animales se ha acelerado, con el propósito de obtener animales más gordos a menor edad y con esto aprovechar el diferencial de precios que tiene lugar según las categorías más jóvenes. En 2011 esta relación 263 kilos de carne en vara por animal, lo que sería atribuible a una mayor eficiencia en la ganancia de peso.

Es preciso tener presente que en los años en que ha tenido lugar una disminución de la producción interna, no se ha constatado un fortalecimiento de los precios, ya que el déficit resultante ha quedado cubierto a través de un importante y sostenido aumento de las importaciones. No obstante, en los años 2007 y 2008 a pesar del aumento de la producción doméstica, los precios nacionales aumentaron, debido a las cotizaciones del producto importado.

En este contexto, cabe señalar que las internaciones hasta el año 2005 experimentaron un fuerte crecimiento. Es así como las adquisiciones de carne bovina deshuesada congelada, entre 1990 y 1997 mostraron una significativa expansión, al pasar de 1.600 toneladas a casi 27 mil toneladas, luego las compras descendieron y en el año 2013 éstas se situaron en casi 9.943 toneladas, equivalentes a US$44,6 millones CIF (Gráfico 13.2.3-10). Los principales oferentes fueron Brasil, Uruguay y Estados Unidos.

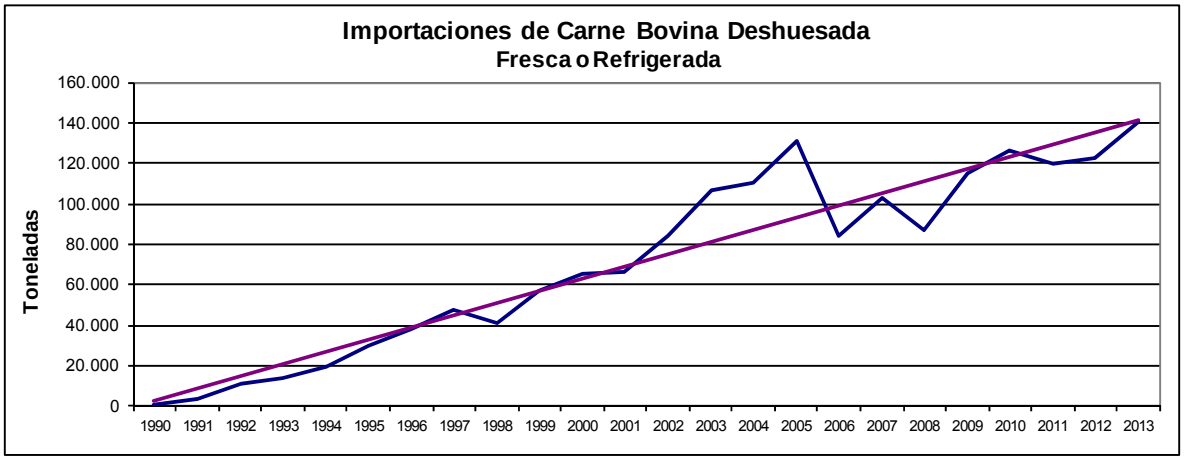
Gráfico 13.2.3-10



Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

En contraposición con el producto anterior, las importaciones de carne bovina deshuesada fresca o refrigerada, entre 1990 y 2013 anotaron una significativa expansión, totalizando en 2013 más de 140 mil toneladas (Gráfico 13.2.3-11), equivalentes a US$ 817 millones CIF. Los países de origen son Brasil, Argentina y Paraguay, es decir, los que conforman el MERCOSUR, aunque se debe destacar que Estados Unidos y Australia participaron con algo más del 10% de los envíos a Chile.

Gráfico 13.2.3-11



Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

Cabe señalar que, en ambos productos, Argentina había liderado los envíos a Chile en años anteriores, pero durante el 2001 en adelante dicho país se ha visto afectado por brotes de fiebre aftosa, lo que tuvo como consecuencia un reordenamiento del mercado.

Sin embargo, es importante indicar que la incorporación de Chile al MERCOSUR ha sido negativa para este sector, ya que se han incrementado las importaciones provenientes de ese grupo de países, los que poseen ventajas comparativas respecto de la realidad nacional.

Si bien la desgravación arancelaria sólo comenzó a partir del año 2006 y concluyó el año 2011, desde 1996 existen cupos preferenciales otorgados por Chile al MERCOSUR. Los cupos son válidos para el 50% del producto congelado y 50% para el fresco y deben emplearse en proporciones no superiores a 50% del total de cada semestre. Así, Argentina y Brasil reciben un cupo anual de 3 mil y 2 mil toneladas, respectivamente, con una preferencia de 30%, hasta el año 2007. El cupo de Uruguay asciende a 3 mil toneladas, con una preferencia de 50%, que culminó el año 2008. Por último, la preferencia otorgada a Paraguay es de 75%, y la cuota relacionada corresponde a 7 mil toneladas anuales hasta el año 2010.

Cabe señalar que Chile había sido un importador neto de carne bovina, pero a partir del año 2001 se encuentra incursionando en las exportaciones de este producto, llegando en 2003 a exportar más de US$22 millones FOB y en 2011 US$26,6 millones FOB, lo que revela una expansión de 20% entre 2003 y 2011. Sin embargo, se debe tener presente que en 2005 tuvo lugar el mayor monto de envíos, totalizando casi US$52 millones FOB, debido a que para los productores nacionales era más rentable la exportación que la venta en el mercado nacional, situación que ha sido opuesta en los últimos años.

En efecto durante el año 2013 se exportaron sólo 1.412 toneladas equivalentes a casi US$9 millones FOB, cuyas plazas de colocación fueron Cuba, Costa Rica,

Corea, Alemania, Reino Unido, Israel, Estados Unidos, México y Japón, entre otros. Los montos enviados a los países de la Unión Europea se han expandido significativamente, tendencia que debería prevalecer en los próximos años. Asimismo, esta situación debiera registrarse en Estados Unidos, Japón y Corea.

Cabe destacar que las plazas de colocación son distintas de los orígenes de la carne importada, en donde países como los que conforman la Unión Europea, Estados Unidos y Corea privilegian determinadas calidades y la sanidad del producto nacional.

En efecto, en los tratados de libre comercio más recientes suscritos por Chile, los envíos de carne bovina en Estados Unidos debían pagar un arancel de 26,4%, pero con ocasión del acuerdo la desgravación arancelaria total culminó en un plazo de 4 años y, además, había otorgado una preferencia a una cuota de 1.000 toneladas, con un incremento de 10% anual. En Corea la cuota alcanza a 400 toneladas, y se debe tener en consideración que antes del acuerdo el arancel de internación era de 42%. La Unión Europea, entretanto, estableció una cuota liberada de aranceles en forma inmediata para 1.000 toneladas de carnes rojas, con una tasa de incremento anual de 100 toneladas. Entretanto, los envíos a China actualmente pagan un arancel de 12% y éste se igualará a cero en el año 10.

Japón, para la carne bovina deshuesada, determinó para los primeros cinco años un sistema de cuotas anuales de 1.300 ton, 1.950 ton, 2.600 ton, 3.250 ton y culmina con 4.000 toneladas al quinto año; estas cantidades deben pagar un arancel de internación de 34,6% los dos primeros años y de 30,8% los tres últimos; después de ese período se deberá negociar tanto los montos de exportación como los gravámenes. La carne bovina con hueso quedó en lista de exclusión.

Por otra parte, es necesario destacar la expansión que ha exhibido, en Chile, el consumo por habitante de carne bovina, ya que mientras en 1989 se consumían 17,5 kilos por habitante, en 2010 éste fue de 23,6 kilos, lo que implica un incremento del orden de 34,5%. Sin embargo, se debe tener presente que en ese mismo período, las carnes blancas experimentaron un crecimiento más espectacular, ya que en ese lapso el consumo de pollos y pavos se expandió fuertemente, pasando de 8 a casi 33,3 kilos por habitante.

En este ámbito, cabe señalar que a nivel mundial el consumo percápita de carne bovina es muy variable, siendo el de los países europeos levemente inferior al chileno, en tanto que en naciones como Argentina, Australia, Brasil, Canadá, Nueva Zelandia y Estados Unidos, éste es superado ampliamente.

A su vez Japón y China han reconocido oficialmente a Chile dentro de una categoría sanitaria que nos permite acceder a sus mercados, donde ya se han establecido cupos de entrada para el producto nacional. Cabe señalar que el consumo percápita de carne bovina en esos países no supera los 10 kilos anuales, lo que constituye un precedente del potencial que significa el ingreso de Chile a esas plazas de colocación.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, el sector debe readecuarse con la adopción de nuevas tecnologías de producción, que implicarán menores costos y mayores ganancias de peso, aspectos que se traducirán en una mayor rentabilidad para los ganaderos eficientes.

Asimismo, el cumplimiento de la Ley 19.162, referida a la tipificación de la carne, se traducirá en un diferencial de precios entre las distintas categorías que permitirá un producto de buena calidad (novillos, toritos y vaquillas) y desincentivará la engorda intensiva de animales viejos, lo que contribuirá a enfrentar en mejor pie a la carne proveniente de otros países.

La serie histórica de precios del novillo pie, presentada en la Tabla 13.2.3-8, arroja un promedio de $825 por kilo, valor inferior a los obtenidos en los últimos cuatro años y están expresados en moneda de Diciembre de 2013. Este repunte de los precios se debe tanto a los altos precios registrados por la carne importada como la menor oferta del producto nacional.

En el corto a mediano plazo es probable que los precios en el mercado nacional se mantengan relativamente estables debido al encarecimiento del producto importado. Asimismo, la corriente exportadora que se está constatando actualmente en Chile, tendencia que se apreciará con mayor fuerza en los próximos años, cuando el producto chileno logre consolidarse en los mercados de destinos, especialmente en aquellos con se han firmado tratados de libre comercio, debería implicar, a lo menos, una mantención de los precios internos.

De tal forma, se abre un nuevo desafío para el sector, donde el objetivo es ocupar algunos nichos en esos mercados con productos de alta calidad. Para afrontar el futuro con éxito, es preciso reorientar las estrategias de desarrollo de la ganadería nacional. Se requerirá de reglas claras para invertir y generar un cambio en el enfoque del sistema actual que vaya hacia una integración entre productores, industria procesadora-empacadora y el sector oficial así como adoptar sistemas productivos de alta competitividad.

Tabla 13.2.3-8

Precio Real a Productor de Novillo Vivo ($ de Diciembre de 2013/kilo, sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1995	912	894	889	925	909	927	975	976	1.014	1.043	1.010	910	949
1996	850	919	916	898	868	845	815	852	877	806	754	706	842
1997	668	740	721	707	747	780	867	1.004	1.062	854	792	795	811
1998	794	773	821	888	924	941	900	881	812	733	703	678	821
1999	712	708	780	768	737	739	751	769	836	886	776	757	768
2000	729	735	724	733	709	720	757	805	837	859	760	716	757
2001	739	750	748	719	718	750	826	891	861	806	738	714	772
2002	703	719	729	765	751	811	831	806	819	820	827	756	778
2003	718	751	720	713	668	737	787	812	792	794	768	713	748
2004	700	665	643	652	660	781	807	830	812	749	716	667	723
2005	678	704	667	703	750	827	897	844	798	800	760	770	767
2006	676	704	715	705	690	693	748	809	825	818	740	651	731
2007	675	735	722	715	704	783	760	824	840	807	788	788	762
2008	702	721	718	803	852	889	928	1.027	946	809	712	650	813
2009	649	743	753	803	784	787	794	782	774	748	740	690	754
2010	812	856	836	795	867	891	924	988	976	1.001	1.109	1.002	922
2011	1.027	984	1.012	1.001	962	951	1.053	1.137	1.138	1.067	1.059	944	1.028
2012	961	1.068	1.049	911	963	985	946	1.016	1.099	932	979	928	986
2013	864	932	957	903	908	861	1.009	1.003	999	932	922	942	936
Promedio Mensual	767	795	796	795	798	826	862	898	901	856	824	778	825

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

En el ámbito de los envíos al exterior, cabe señalar que los embarques a la Unión Europea han cumplido satisfactoriamente con los estándares exigidos por dicho bloque, y se espera aumentar los volúmenes exportados. De hecho, actualmente existen tres mataderos habilitados con dicho propósito. Uno de los mataderos es Carnes Ñuble ubicado Chillán, otro se ubica en Osorno.

- *Carne ovina*

En Chile la ganadería ovina se extiende desde la I a la XII Región, constatándose la mayor concentración entre la X y XII Región.

Tal como se aprecia en el Tabla 13.2.3-9, entre los años 1990 y 1997, a nivel nacional el número de ovinos descendió en 23%, al pasar de 4.800.930 a 3.695.062 cabezas. Esta evolución también se manifestó en el beneficio, específicamente en el representado por la carne en vara.

En el año 2007 la masa ovina experimentó una recuperación respecto de la registrada en 1997, situándose en torno a las 3.888.717 cabezas, con el consecuente aumento del beneficio de animales, tanto en número como en toneladas de carne en vara. Asimismo, se registró un aumento en el rendimiento por animal faenado hasta el año 1999.

Posteriormente, si bien el beneficio de animales se mantuvo por sobre los 760 mil cabezas anuales, en términos de carne en vara el volumen fue relativamente estable, lo que sería atribuible al faenamiento de animales más pequeños, por cuanto el rendimiento expresado en kg de carne en vara por animal fue menor a 14.

Tabla 13.2.3-9

Evolución del Ganado Ovino				
Año	Existencias (número)	Beneficio (número)	Beneficio (ton carne vara)	Rendimiento (kg carne/animal)
1990	4.800.930	955.345	14.880	15,6
1991	4.688.610	830.062	13.451	16,2
1992	4.628.810	774.395	12.784	16,5
1993	4.649.140	853.445	13.372	15,7
1994	4.625.323	802.289	12.180	15,2
1995	4.516.344	655.766	10.289	15,7
1996	3.834.667	563.336	8.789	15,6
1997	3.695.062	639.233	9.811	15,3
1998	s/i	745.268	11.335	15,2
1999	s/i	810.606	12.753	15,7
2000	s/i	786.915	11.141	14,2
2001	s/i	740.648	10.884	14,7
2002	s/i	729.850	9.857	13,5
2003	s/i	675.738	9.625	14,2
2004	s/i	663.838	9.539	14,4
2005	s/i	657.341	9.227	14,0
2006	s/i	768.677	11.130	14,5
2007	3.888.717	762.884	10.311	13,5
2008	s/i	796.010	11.040	13,9
2009	s/i	779.852	10.698	13,7
2010	s/i	766.614	10.545	13,8
2011	s/i	791.477	11.176	14,1

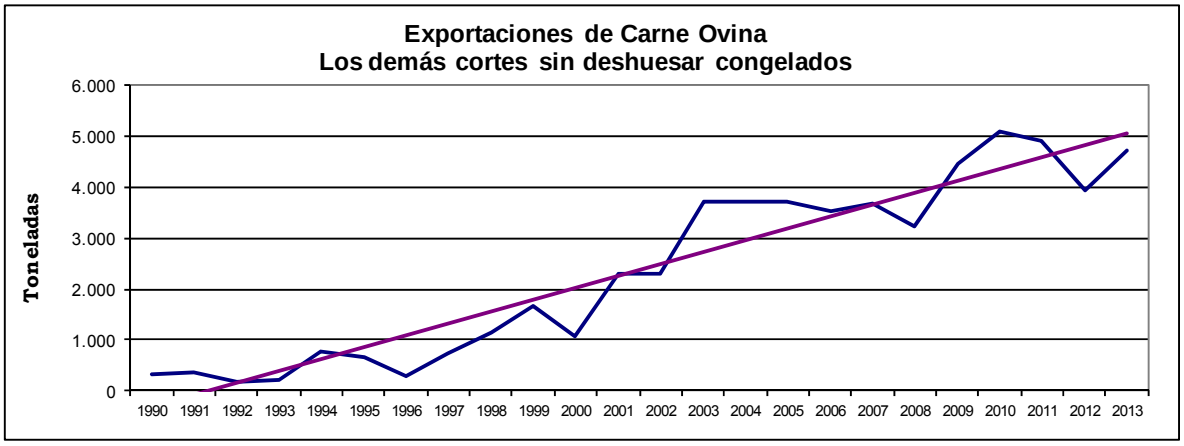
Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

De acuerdo a la información recopilada en el VII Censo Nacional Agropecuario realizado por INE, en 2007 el ganado ovino en la VII Región contaba con un total de 155.120 cabezas, masa que representa el 4% del total nacional. Al interior de la VII Región este tipo de ganado se distribuye en 33,5% en la provincia de Curicó; 31,7% en Linares; 18% en Cauquenes y, el 16,8% restante en la correspondiente a Talca.

El destino de la producción de carne ovina se orienta tanto al mercado nacional como internacional. De hecho, tal como se observa en los Gráficos 13.2.3-12 y 13.2.3-13, las exportaciones de carne ovina entre 1990 y 2011 experimentaron un notable incremento.

Es así como los envíos de Los Demás Cortes de Carne Ovina sin deshuesar congelados se incrementaron considerablemente, al pasar de 311 a 4.894 toneladas entre 1990 y 2011, lo que significó una clara tendencia alcista. En 2013 las exportaciones totalizaron 4.704 toneladas, monto equivalente a casi US$ 23 millones FOB. Los principales destinos de estas ventas fueron, en orden de importancia, Holanda, Dinamarca, España, Hong Kong, México, Reino Unido, Brasil e Israel, los que en conjunto abarcaron casi el 76% de los envíos.

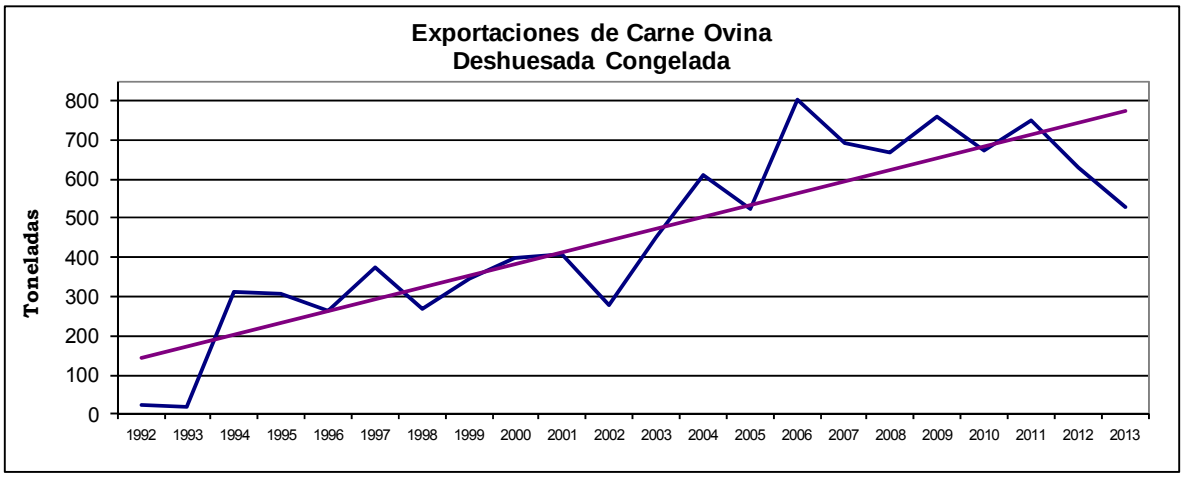
Gráfico 13.2.3-12



Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

Asimismo, las exportaciones de carne ovina deshuesada congelada, en igual período, aumentaron en más de treinta veces, al pasar de 25 a 750 toneladas, equivalentes a US$5,8 millones FOB. En 2013 se transaron 528 toneladas por algo más de US$3 millones FOB. Los principales nichos de colocación fueron países que conforman la Unión Europea, tales como Reino Unido, Holanda, Bélgica, Francia, Suecia, España y Alemania.

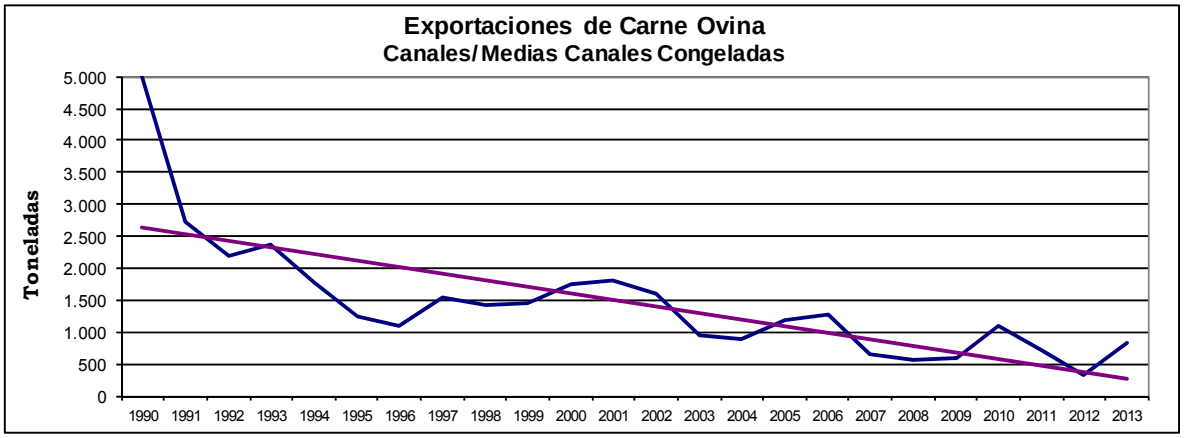
Gráfico 13.2.3-13



Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

En contraposición, las ventas al exterior de carne ovina en canales y medias canales congeladas manifestaron un notable deterioro (Gráfico 13.2.3-14), totalizando en 2013 sólo 816 toneladas y un valor FOB del orden de US$ 3,4 millones. El mayor demandante de este producto fue España, seguido por México, Estados Unidos, Holanda y Hong Kong, entre otros. Se debe señalar que este tipo de producto ha sido sustituido por carne en corte y/o deshuesada que alcanzan precios más elevado en el mercado internacional.

Gráfico 13.2.3-14



Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

En la Tabla 13.2.3-10 se presentan los precios a productor del cordero vivo, entre los años 1995 y 2013, expresados en moneda de Diciembre de 2013. De esta tabla se desprende que las cotizaciones en el mercado interno están relacionadas con la oferta de carne ovina en vara hasta el año 2005, ya que posteriormente si bien el beneficio aumentó los precios también lo hicieron, lo que sería atribuible a la expansión de las exportaciones y, al aumento tanto de los retornos como de los precios de la carne bovina.

Tabla 13.2.3-10

Precio Real a Productor de Cordero Vivo ($ de Diciembre de 2013/kilo, sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1995		878	930	1.019	905	1.010	1.101	854	712	768			909
1996	934	945	852	943	1.002	927	982		765	603	358	677	817
1997	747	842	978	882	949	876	544	862	763	691	809	785	811
1998	777	861	710	783	974	1.009	840	440	852	649	706		782
1999	718	703	794	665	745	819	891	732	1.045	724		549	762
2000		1.023	788	690	768	706	816	923	883	815	661	787	805
2001	631	874	770	867	914	983	1.017	811	889	735	762	849	842
2002	847	823	1.026	1.084	1.057	1.010	993	960	827	770	732	779	909
2003	789	797	902	898	1.025	1.031	994	1.000	1.000	773	762	758	894
2004	698	964	1.031					894	862	695	650	813	826
2005	797	657	645						882	742	764	777	752
2006		818	883	903	972	915	911	851	799	749	712	769	844
2007	870	741	854	940		1.038	995		1.220	735	722	711	883
2008	599	603							1.336	752			823
2009									675	811	656	909	763
2010	713	1.004	817	565	660				1.095	909	1.020		848
2011										1.108		1.045	1.077
2012	1.045	1.197				1.520	1.327		1.200	789	721	1.082	1.110
2013	741	624											683
Promedio Mensual	779	844	856	853	906	987	951	833	930	768	717	806	849

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

En este contexto, cabe destacar que la ganadería ovina debiera remontar en los próximos años, ya que la Unión Europea fijó una cuota libre de arancel de 5 mil

toneladas anuales que Chile podría abastecer. Actualmente, la XII Región no puede abastecer esa cantidad, que equivale a alrededor del 50% del beneficio anual nacional de carne ovina. En el tratado de libre comercio con China este tipo de carne paga un arancel de 12 a 15%, él que se igualará a cero al año 10. En Japón la situación es más ventajosa, ya que este producto quedó en la lista de liberación inmediata, es decir, desde la entrada en vigencia del acuerdo los envíos no pagan arancel.

De hecho, profesionales de Carnes Ñuble, están estudiando generar un proceso de desarrollo de carne ovina y están pensando en invertir en una línea faenadora de ovinos, con el objeto de abastecer distintos mercados como por ejemplo México y Medio Oriente, y luego otros más exigentes como los países que conforman la Unión Europea. Con este panorama los precios a productor podrían verse incrementados en 10 a 20%.

- *Choclo*

La década de 1990 se inició con una superficie dedicada al cultivo de choclo del orden de 11.134 ha, área que posteriormente aumentó hasta situarse por sobre las 13 mil ha entre los períodos 1992/93 y 1994/95. En las temporadas siguientes la superficie bordeó las 12.500 ha.

Según antecedentes proporcionados por INE a través del VII Censo Nacional Agropecuario, en la temporada 2006/07 se habrían explotado 10.500 hectáreas con esta hortaliza, lo que revela una declinación en relación a lo efectivamente cultivado en temporadas anteriores. Luego el área cultivada se mantuvo en torno a las 11.000 ha y en 2012 ésta se elevó a unas 13.357 ha según información de ODEPA.

Cabe señalar que en 2006/07 la VII Región representó 17% del total nacional con 1.787,6 ha. La distribución al interior de la región fue de 41,4% en la provincia de Talca; 30,7% en Linares; 26,6% en Curicó y, por último, 1,3% en Cauquenes. Estas estadísticas involucran los diferentes tipos o variedades de choclos.

Actualmente, en Chile la producción de choclo se divide en el tradicional y el maíz dulce, con todas las variantes que estos presentan. El maíz dulce cuenta con variedades tempranas que permiten salir al mercado a fines de octubre; sin embargo, cuando comienza la cosecha del choclo tradicional (“diente de caballo”), el precio del maíz dulce baja. Este último es de mazorca más pequeña que el tradicional, adaptándose menos a los hábitos culinarios y gustos del consumidor chileno. Los rendimientos de estos dos tipos de choclo, también difieren, ya que el maíz dulce posee una planta más chica que admite una mayor densidad de siembra que el tradicional. De hecho, en el choclo dulce para agroindustria se estiman rendimientos del orden de las 50 a 60.000 unidades/ha y para el maíz choclero tradicional, con mazorca de mayor tamaño, se ubicarían en torno a 30 a 40.000 unidades/ha.

Cabe señalar que las variedades dulces han cobrado especial importancia, logrando alcanzar entre el 25 a 30% de la superficie nacional, concentrándose en las mismas regiones antes mencionadas. Dicha importancia radica en sus características fisiológicas, que lo hacen especialmente adaptado para su consumo como producto congelado y para su venta como primor para consumo fresco.

En términos generales, esta hortaliza se transa durante todo el año en los mercados mayoristas, pero los volúmenes más importantes tienen lugar entre enero y abril, período que coincide con los precios más bajos. Así, en noviembre el choclo es un producto primor y su precio promedio bordea los $ 128/unidad y en enero desciende a $ 77/unidad.

El principal mercado para este producto es el mercado mayorista Lo Valledor de Santiago y las agroindustria de congelado. La comercialización es relativamente simple debido a que no contempla costos de embalaje sino sólo de cosecha y flete, y cuando es para consumo fresco se debe considerar, además, la comisión del comerciante mayorista.

Entre los años 1995 y 1997 los precios de este producto en los mercados mayoristas de Santiago experimentaron una clara tendencia alcista, al pasar de $13.475 a $14.358 las cien unidades (valores expresados en moneda de Diciembre de 2013), lo que sería atribuible a una relación oferta - demanda más estrecha. Posteriormente, en 1998 y 1999 se constató un importante descenso, anotando un valor promedio del orden de $10.330 las cien unidades, lo que revela una declinación de 28% real, respecto de la cotización media anotada en 1997 (Tabla 13.2.3-11).

Tabla 13.2.3-11

Precio Real de Choclo ($ de Diciembre de 2013/cien unidades, sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1995	7.950	6.925	9.625	9.379	9.495	12.862	25.888	23.832	19.967		13.361	8.940	13.475
1996	7.210	5.910	7.580	10.228	11.180	17.072	28.070		14.462	24.052	14.050	9.387	13.564
1997	9.043	15.802	18.085	15.766	12.888	13.034		14.585		24.654	10.960	8.766	14.358
1998	7.861	5.932	5.090	5.388	7.249	13.331	14.429	14.723	17.903	14.571	8.842	8.413	10.311
1999	5.467	8.386	7.645	8.885	9.554	11.982	20.592		12.457	12.225	9.221	7.423	10.349
2000	10.540	11.682	9.464	8.130	7.266	9.481	13.743	24.074	20.970	16.657	9.338	6.706	12.338
2001	5.552	6.005	5.628	6.649	10.415	15.229	22.461	18.984	16.548	15.230	8.045	8.250	11.583
2002	6.967	8.908	10.198	9.709	8.876	12.382	13.741	15.357	11.183	8.625	8.634	9.403	10.332
2003	7.768	6.796	6.250	6.066	6.126	11.238	13.007	12.675	9.580	7.841	6.945	7.157	8.454
2004	6.350	9.756	8.691	7.376	8.366	12.198	15.884	14.112	12.087	11.703	10.769	8.294	10.465
2005	10.139	11.020	8.538	9.076	8.653	11.722	13.760	18.747	16.143	16.960	13.037	12.156	12.496
2006	6.649	4.444	7.167	8.148	10.128	13.422	18.568	17.122	15.498	14.192	14.940	9.084	11.614
2007	5.620	5.919	8.017	7.637	11.084	14.125	17.506	18.347	14.105	12.751	11.617	7.552	11.190
2008	9.604	7.731	8.382	9.397	9.663	13.391	21.686	22.787	19.450	19.274	14.753	16.081	14.350
2009	8.881	11.919	9.444	6.548	9.368	9.546	21.377	22.400	28.664	20.093	19.685	15.118	15.254
2010	8.388	6.892	5.149	6.969	7.363	9.559	16.920	30.061	22.433	16.247	16.690	9.289	12.997
2011	5.793	5.503	7.959	7.415	10.168	18.222	16.673	26.812	29.570	18.299	13.589	11.018	14.252
2012	9.180	12.350	10.342	7.292	7.536	13.055	23.367	27.384	28.513	20.255	18.255	18.564	16.341
2013	7.538	8.073	8.032	7.035	8.482	20.742	22.648	23.185	20.899	22.508	20.775	18.529	15.704
Promedio Mensual	7.711	8.419	8.489	8.268	9.151	13.294	18.907	20.305	18.357	16.452	12.816	10.533	12.601

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

Durante el año 2000 los precios se recuperaron en forma importante respecto de los alcanzados en 1999, situación que revirtió en los años siguientes, cuando éstos disminuyeron sostenidamente hasta 2003 cuando se registró un valor promedio de $8.454 las cien unidades, monto 31,5% real más bajo que el obtenido en el año 2000. En el transcurso de 2005 las cotizaciones repuntaron situándose en torno a $12.496 las cien unidades, tendencia que revirtió en los años siguientes, pero que en 2008 y 2009 anotaron una clara recuperación. En efecto, el precio promedio en 2009 fue de $15.254 las cien unidades, cifra 36,3% real más elevada que la de 2007. Es importante señalar que la información de precios no distingue entre las diferentes variedades.

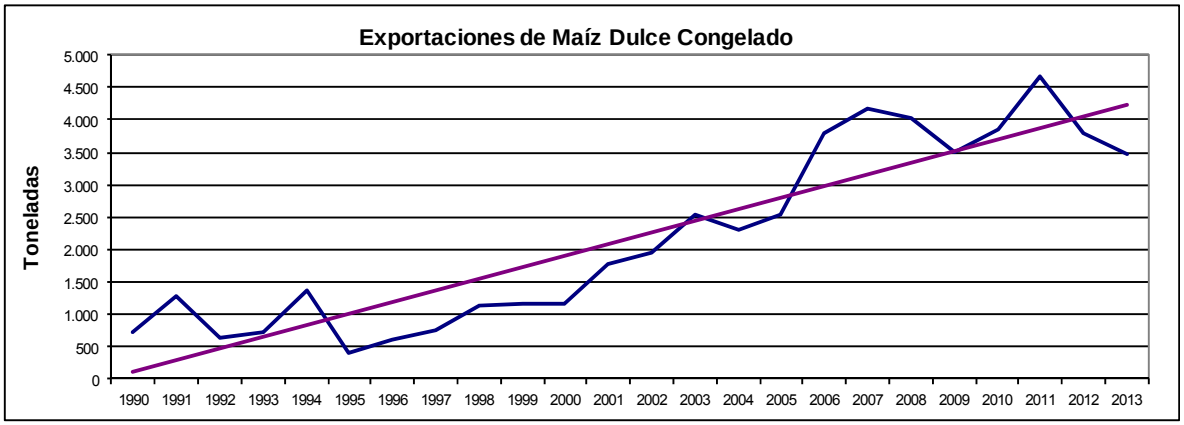
Entre los años 2010 y 2012 se constató una nueva recuperación de los precios al pasar de un promedio de $12.997 a $16.341 las cien unidades, los que sería atribuible a una expansión de las exportaciones y a un leve descenso de la superficie de cultivo. En 2013 los precios disminuyeron levemente debido a una mayor superficie de cultivo.

La agroindustria, por su parte, ha aumentado su participación en este mercado, con la expansión de las empresas ya consolidadas y la emergencia de otras. Así, las exportaciones de maíz dulce congelado, desde 1990 a 2013, han fluctuado entre 410 toneladas en 1995 y 4.657 toneladas en el año 2011 (Gráfico 13.2.3-15). Se debe tener presente que desde el año 2000 en adelante los envíos al exterior registraron un sostenido incremento, lo que ha significado una tendencia alcista de estas transacciones durante el período de análisis. En 2013 las exportaciones totalizaron 3.460 toneladas equivalentes a más de US$5,6 millones FOB, cuyo destino estuvo constituido por Colombia, Venezuela y Argentina, entre otros.

En este sentido, es preciso indicar que la participación de Chile en diferentes acuerdos comerciales ha sido positiva para las ventas de este producto al exterior, ya que los envíos a Canadá, Venezuela y Colombia no pagan arancel, y este tributo se igualó a cero en los países del MERCOSUR a partir de Octubre del año 2004.

En los acuerdos más recientes, cabe señalar que las exportaciones a Estados Unidos si bien se han ampliado en los últimos años, actualmente no superan el 2%, pero con motivo del acuerdo el arancel de internación se igualó a cero en 2012; el arancel vigente era de 14%. En Corea las adquisiciones de maíz dulce congelado dejaron de pagar este tributo un año antes, es decir, en 2011; mientras que en China la desgravación fue total al año 2, es decir, en 2009, ante el arancel era de 10%. Entretanto en Japón dejará de pagar arancel desde el octavo año desde la entrada en vigencia del acuerdo, el tributo inicial era de 10,6%.

Gráfico 13.2.3-15



Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

En conclusión, resulta interesante para este rubro el crecimiento que ha mostrado el consumo interno de choclo congelado, producto que se caracteriza por su facilidad y rapidez de preparación, así como también el desarrollo que han experimentado las exportaciones y su probable expansión. En este ámbito, cabe señalar que la agroindustria contratante se encuentra optimista y con expectativas de incrementar la superficie de cultivo.

- *Lechuga*

La lechuga es una hortaliza que se cultiva desde la I a la XII Región del país, cuya superficie se concentra en más de 75% en la V Región y en el Área Metropolitana, es decir, cerca de los mercados mayoristas.

Cabe señalar que la superficie dedicada a esta especie aumentó considerablemente entre los períodos 1986/87 y 1989/90, al pasar de 2.700 ha a algo más de 4.900 ha, posteriormente el área declinó, y en los períodos 1991/92 y 1992/93 ésta se situó en torno a las 3.000 ha, para posteriormente recuperarse, y ubicarse en unas 6 mil hectáreas en la temporada 1999/2000.

De acuerdo a antecedentes proporcionados por INE a través del VII Nacional Agropecuario en la temporada 2006/07 se cultivaron 6.885 hectáreas con esta hortaliza, cifra que supera ampliamente a las áreas cultivadas en años anteriores. Esta expansión de las plantaciones continuó registrándose en las temporadas siguientes y en 2012 la superficie informada por ODEPA asciende a 7.293 ha.

Estas variaciones están asociadas a los temores y exigencias de los consumidores respecto de la calidad sanitaria de estos productos. En efecto, la aparición del cólera implicó una profunda transformación en la comercialización de las hortalizas, en general, al valorarse aspectos como el riego con agua de pozo, envasado y marca, entre los más importantes.

De esta manera, se ha producido una interesante segmentación del mercado que ha implicado diferencias muy importantes en términos de rentabilidad entre quienes han continuado produciendo según los antiguos estándares y los que han accedido a los consumidores más exigentes.

En la VII Región en la temporada 2006/07 se cultivaron 437,6 ha de lechuga; al interior de la región esta hortaliza se distribuye en 55,3% en la provincia de Curicó; 38,3% en Talca y el 6,4% restante en Linares. Esta especie representa sólo el 6,4% del total nacional, por lo que se piensa que podría ser una alternativa productiva viable económicamente para satisfacer la demanda de la Región y de otras ubicadas más al sur.

La lechuga es un producto destinado íntegramente al mercado interno en estado fresco a través de los canales de comercialización tradicionales. Principalmente, vía intermediarios que compran en el predio para vender posteriormente en los mercados mayoristas de Santiago (Lo Valledor y Vega Mapocho). Los productores mayores lo hacen directamente en estos mercados vía consignación o venta directa, aunque también lo hacen a través de las centrales de acopio de los supermercados siempre que cumplan con los requisitos exigidos de calidad, higiene y envase adecuado.

Al analizar los precios registrados por esta hortaliza en los mercados mayoristas de Santiago, se observa claramente en la Tabla 13.2.3-12 que éstos presentan importantes fluctuaciones, anotando alzas y bajas anuales, lo que está estrechamente relacionado con las variaciones de la oferta.

A su vez, las cotizaciones de la lechuga presentan una marcada estacionalidad durante el año, registrando los valores más bajos en los meses invernales, cuando tiene lugar el peak de producción. De esta manera, resulta interesante contar con una cosecha escalonada durante todo el año con el objeto de alcanzar mayores precios.

Tabla 13.2.3-12

Precio Real de Lechuga ($ de Diciembre de 2013/cien unidades, sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1995	12.037	12.126	14.801	12.785	9.891	9.127	9.879	10.850	12.388	9.654	9.081	11.210	11.152
1996	11.272	11.498	11.048	11.395	10.435	10.270	11.663	12.168	10.677	9.542	8.276	8.535	10.565
1997	10.001	9.800	13.129	12.114	9.161	9.700	9.608	11.335	10.991	16.543	16.498	10.948	11.652
1998	8.924	8.549	10.264	9.837	10.070	10.883	11.420	11.990	11.446	7.672	6.302	9.549	9.742
1999	11.997	11.545	12.162	10.506	8.835	7.954	8.684	11.297	11.129	9.609	9.451	12.168	10.445
2000	10.788	8.959	8.485	9.593	9.498	11.033	12.484	13.976	11.656	8.787	9.073	11.005	10.445
2001	9.051	9.207	11.270	10.797	10.339	9.867	11.349	10.836	10.797	9.999	9.254	9.916	10.223
2002	9.056	10.386	11.772	10.699	9.727	10.385	15.592	15.557	13.136	10.823	9.968	9.562	11.389
2003	9.458	10.175	10.830	10.541	10.425	10.570	10.179	10.816	10.207	9.786	10.023	10.439	10.288
2004	10.782	10.973	10.508	9.738	9.423	9.724	11.214	11.939	10.541	9.843	10.030	10.628	10.445
2005	10.601	10.199	10.238	9.975	9.954	10.261	11.427	11.770	11.330	10.558	10.631	10.521	10.622
2006	10.145	11.886	12.473	13.294	12.857	13.072	13.465	13.477	13.677	13.287	12.155	12.123	12.659
2007	11.276	11.372	11.549	11.815	12.031	12.872	18.040	19.720	20.241	15.065	9.128	9.105	13.518
2008	11.218	12.744	13.190	11.946	10.955	10.010	13.756	12.767	10.310	9.269	10.005	13.650	11.652
2009	13.633	12.135	11.585	11.274	11.124	11.645	11.978	12.472	13.103	10.654	8.204	8.423	11.352
2010	10.688	13.193	12.201	11.337	12.204	13.702	14.423	16.496	12.524	8.373	8.070	8.356	11.797
2011	8.653	10.648	15.886	14.771	12.120	13.461	13.624	15.501	12.258	9.252	10.221	13.368	12.480
2012	13.620	15.786	15.947	12.282	9.817	8.943	15.381	22.236	16.661	10.161	14.204	15.109	14.179
2013	12.145	10.923	14.335	14.163	14.773	20.092	25.598	23.840	14.932	12.633	12.633	14.816	15.907
Promedio Mensual	10.808	11.163	12.193	11.519	10.718	11.241	13.145	14.160	12.527	10.606	10.169	11.023	11.606

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

Dentro de la agroindustria, en los últimos años ha surgido la alternativa del “fresh cut”, producto que consiste en el corte, desinfección y envasado al vacío de ciertas hortalizas que se adaptan al sistema. Este sistema ofrece al consumidor el vegetal fresco y preparado, cuya comercialización tiene lugar en supermercados y restaurantes. Algunas variedades de lechuga se adaptan positivamente a esta modalidad y se venden en envases de diferentes tamaños. Este producto tiene una buena acogida por parte de los consumidores.

- Melón

El melón es una hortaliza de cultivo estacional, cuya superficie total en la última década ha oscilado entre 3.054 hectáreas sembradas en el período 2006/07 y 5.480 ha constatadas en la temporada 1994/95. Según información de ODEPA el área cultivada con melón en el año 2012 superó las 3.805 ha.

En la VII Región esta especie en 2006/07 abarcó una superficie del orden de 492,3 ha, distribuidas en 65,8% en la provincia de Talca; 24,1% en Linares y el 10,1% restante en la correspondiente a Curicó.

Los canales normales de comercialización son las ventas directas en el predio a comerciantes intermediarios, la entrega directa a las cadenas de supermercados de los grandes centros consumidores y los mercados mayoristas regionales y de Santiago (Feria Lo Valledor, Feria Municipal de Mapocho, etc.).

Los antecedentes históricos de precios permiten graficar la extrema estacionalidad del precio. En efecto, desde enero en adelante los precios son significativamente

más bajos que los obtenidos a principios de la época de comercialización. Asimismo, los valores de este producto presentan fuertes variaciones anuales fenómeno asociado a la oferta disponible y a la época en que se inicie el período de comercialización (Tabla 13.2.3-13).

Es así como en el período en análisis las cotizaciones han fluctuado entre $15.351 en 2003 y $32.743 las cien unidades el año 2009, ambos valores están expresados en moneda de Diciembre de 2013. Habitualmente, entre una temporada y otra existe un cambio en la tendencia de los precios, lo que sería consecuencia de la rápida respuesta de los agricultores, en el sentido de aumentar el cultivo de esta especie cuando se han logrado altos precios en el período anterior.

Cabe señalar que la condición para obtener una buena rentabilidad y disminuir riesgos es la obtención de un producto "primor". Para sacar estas ventajas se requiere el uso de técnicas de cultivos más sofisticadas y variedades híbridas de alto costo. A ello se le puede agregar las condiciones agroclimáticas que en determinados sectores geográficos permiten una ventaja adicional.

Tabla 13.2.3-13

Precio Real de Melón ($ de Diciembre de 2013/cien unidades, sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1995	19.364	15.578	15.403	10.964							70.899	26.289	26.416
1996	20.965	16.163	14.062	12.201							58.175	21.753	23.886
1997	15.983	16.150	16.266	11.217							49.059	29.087	22.960
1998	20.673	14.984	9.730	8.270							42.618	15.987	18.710
1999	10.670	18.257	13.483	15.580							52.758	15.982	21.122
2000	17.941	13.248	13.193	14.979							55.933	17.300	22.099
2001	10.688	9.375	11.682	15.112							45.910	18.418	18.531
2002	13.587	13.305	10.548	14.217							49.496	22.421	20.596
2003	13.096	9.783	11.114								28.291	14.469	15.351
2004	12.828	15.588	10.423	25.264							21.254	16.734	17.015
2005	14.192	10.017	11.397								43.708	22.743	20.411
2006	15.424	13.356	15.433	12.440							76.637	21.629	25.820
2007	14.378	11.477	13.043								63.572	23.529	25.200
2008	16.283	16.671	18.026							80.493	22.966	20.460	29.150
2009	19.102	15.541	14.675							70.949	49.457	26.735	32.743
2010	18.378	15.075	14.671								32.025	21.586	20.347
2011	19.642	20.792	21.430								54.013	28.957	28.967
2012	25.573	23.494	24.877									30.028	25.993
2013	28.690	22.071	20.144									39.160	27.516
Promedio Mensual	17.235	15.312	14.716	14.024						75.721	48.045	22.804	23.307

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

- Poroto Granado

El poroto granado es una hortaliza que se cultiva desde la XV a la X Región, pero se concentra fundamentalmente en la V Región y Área Metropolitana. Esta especie en 1996/97 abarcó una superficie del orden de 4.164,5 ha a nivel nacional, en tanto que en 2006/07 concentró 2.760,2 hectáreas, lo que revela una contracción del

orden de 33%. En el último período en la VII Región se cultivaron 450,6 ha, es decir, tuvo una representatividad de 16,1%.

La importancia de la producción regional está relacionada con su comercialización en regiones ubicadas más al sur, donde esta hortaliza es escasa y puede competir con la proveniente de los mercados mayoristas de Santiago, debido a su menor costo de flete. Al interior de la Región del Maule, esta especie se distribuye en 84,5% en la provincia de Talca; 9,7% en Curicó; 5,3% en Linares y el 0,5% restante en la correspondiente a Cauquenes.

En términos generales, es preciso señalar que durante la década de 1990 la superficie dedicada a este rubro había fluctuado entre 5.600 ha y 4.500 ha, pero a partir de la temporada 1996/97 se manifestó una baja sostenida del área de cultivo, con una estabilización en torno a las 4.200 hectáreas, pero que posteriormente no superó las 3 mil hectáreas.

En contraposición, la evolución de los precios promedios en los mercados mayoristas de Santiago, expresados en moneda de Diciembre de 2013, como se aprecia en la Tabla 13.2.3-14, no ha sido tan clara como la experimentada por la superficie.

Tabla 13.2.3-14

Precio Real de Poroto Granado ($ de Diciembre de 2013/kilo sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1995	389	451	447	394	339		1.113				1.282	509	615
1996	410	437	386	341	457						918	533	497
1997	447	425	407	391	367		1.037				748	501	540
1998	314	310	309	284	312						928	307	395
1999	264	321	315	304	379						757	557	414
2000	358	265	304	282	274						636	377	356
2001	202	201	206	177	173						697	228	269
2002	238	239	238	233	327					1.091	621	449	429
2003	268	232	278	263	298					974	654	353	415
2004	305	367	299	251	271				1.734	1.111	749	288	597
2005	302	295	316	256	218	261					690	432	346
2006	193	215	221	205	267					1.250	618	319	411
2007	336	277	239	272	287						1.130	638	454
2008	429	454	385	453	415						880	483	500
2009	301	352	385	344	311					749	793	493	466
2010	309	250	263	249	273	275					1.036	469	390
2011	351	321	268	248	313						1.172	615	470
2012	508	422	474	564	410	369					919	736	550
2013	577	537	524	449	524						1.246	1.007	695
Promedio Mensual	342	335	330	314	327	302	1.075		1.734	1.035	867	489	464

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

Así, éstos han presentado variaciones cíclicas, de alzas y bajas, cada dos a tres años. Cabe destacar que las transacciones se inician en octubre y noviembre, con altos precios, y concluyen entre abril y mayo con los precios más bajos de la temporada, en algunas ocasiones en el último mes tiene lugar una ligera recuperación de las cotizaciones.

El principal mercado para este producto es el mercado mayorista Lo Valledor de Santiago y, secundariamente, la agroindustria de congelado. Ello se realiza a través de intermediarios que compran directo al productor en el predio o a través de la venta directa en estos mercados.

El producto congelado surge como una interesante alternativa para este rubro, ya que presenta ventajas culinarias respecto a la hortaliza en estado fresco y de la estacionalidad de su utilización. También existe la posibilidad de incrementar el valor de esta hortaliza, a través de la comercialización del producto desgranado, ya sea a granel o envasado, cumpliendo con las normas sanitarias pertinentes.

- Poroto Verde

El poroto verde es una hortaliza que se cultiva desde la I a la X Región, pero se concentra fundamentalmente en la IV Región y en el Área Metropolitana, las que en conjunto suman más del 50%. Esta especie en 2006/07 abarcó una superficie del orden de 2.837,8 ha a nivel nacional y en la VII Región se cultivaron 275,3 ha, es decir, tuvo una representatividad del 9,3%.

Al interior de la región, cabe señalar que este cultivo se distribuye en 56,4% en la provincia de Talca; 34,7% en Linares; 8,7% en Curicó y el 0,2% restante en la correspondiente a Cauquenes.

En términos generales, es interesante indicar que la superficie dedicada a este rubro entre 1989/90 y 1992/93 mostró un sostenido aumento, al pasar de 3.763 ha a 5.516 ha; posteriormente, ésta se mantuvo por dos temporadas consecutivas por sobre las 5 mil hectáreas, pero a partir de la temporada 1994/95 se constató una baja del área de cultivo hasta ubicarse en torno a 2.840 hectáreas en 2006/07.

Este producto se consume en estado fresco y congelado, para cada propósito se requiere de variedades específicas que cumplan con los atributos de calidad. El principal mercado para el producto fresco está constituido por los mayoristas de Santiago y de grandes áreas urbanas, en tanto que para el producto congelado es la agroindustria. Ello se realiza a través de intermediarios que compran al productor directamente en el predio o a través de la venta directa en estos mercados.

El producto congelado surge como una interesante alternativa para este rubro, ya que presenta ventajas culinarias respecto a la hortaliza en estado fresco y de la estacionalidad de su utilización, esta alternativa es más factible hacia el sur, por cuanto en la zona norte la cosecha se efectúa cuando el producto fresco logra mayores precios.

En efecto, los valores registrados por esta hortaliza en los mercados mayoristas de Santiago, superan el promedio anual entre los meses de junio a octubre, cuando se comercializa el producto proveniente de la zona norte; posteriormente éstos declinan, registrándose las cotizaciones más bajas en el período comprendido entre

diciembre y abril, cuando tiene lugar el grueso de la cosecha. No obstante, los precios de esta hortaliza entre los meses de junio y octubre han tendido a la baja, por cuanto ha aumentado la participación del poroto verde primor y del producto congelado (Tabla 13.2.3-15).

En relación a la evolución de los precios, cabe señalar que el valor promedio anual registrado por esta hortaliza en los mercados mayoristas de Santiago, a partir de 1996 la tendencia fue sostenidamente a la baja, por cuanto los precios promedios descendieron, entre 1996 y 2003, desde $759 a $461 por kilo, lo que revela una caída de casi 40% real. Cabe destacar que entre los años 2008 y 2012 el precio promedio se ha situado por debajo del promedio de todo el período en análisis, lo que estaría confirmando el descenso de los precios durante los meses invernales. No obstante, en 2013 se registró un importante aumento de los precios, lo que estaría asociado a una menor oferta y al encarecimiento generalizado de las hortalizas como consecuencias de las mermas ocasionadas por las heladas. Todos estos valores están expresados en moneda de Diciembre de 2013.

Tabla 13.2.3-15

Precio Real de Poroto Verde ($ de Diciembre de 2013/kilo sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1995	314	216	274	231	381	687	1.476	1.040	1.138	1.159	408	306	636
1996	339	265	312	351	624	1.120	1.424	1.372	1.398	1.135	391	378	759
1997	346	342	269	265	326	1.022	1.145	1.533	1.878	782	397	291	716
1998	269	288	305	354	421	692	960	913	1.064	728	400	222	551
1999	254	193	271	200	336	492	883	1.112	875	754	324	275	497
2000	256	191	188	199	414	422	787	1.139	920	753	416	231	493
2001	221	169	202	187	426	632	954	686	716	839	359	266	471
2002	228	212	287	235	320	441	747	896	893	711	379	220	464
2003	197	202	220	180	361	699	720	888	925	648	260	239	461
2004	224	322	264	234	358	711	1.047	932	617	573	310	240	486
2005	246	247	288	298	377	392	627	1.074	1.035	632	418	248	490
2006	212	227	302	303	375	472	563	646	806	729	392	327	446
2007	260	194	228	214	424	1.105	1.063	1.303	881	743	557	377	612
2008	282	234	283	274	426	614	869	958	881	764	519	323	535
2009	252	288	334	224	329	583	896	1.021	759	744	626	359	535
2010	224	238	339	303	541	659	741	718	817	794	430	344	512
2011	237	264	298	274	366	506	692	674	620	869	700	408	492
2012	352	389	454	302	338	504	446	756	801	1.028	674	461	542
2013	398	351	701	481	521	960	1.013	746	1.000	909	1.007	503	716
Promedio Mensual	269	254	306	269	403	669	898	969	949	805	472	317	548

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

- Sandía

La sandía es una hortaliza de cultivo estacional, cuya superficie total en la última década ha oscilado entre 2.906 ha sembradas en el período 2006/07 y 5.395 ha constatadas en la temporada 1993/94. De acuerdo a los antecedentes proporcionados por el VII Censo Nacional Agropecuario, realizado por INE en 2007, el área dedicada a este cultivo en la VII Región abarcó 1.129,5 hectáreas, equivalente al 38% del total nacional.

Al interior de la Región del Maule, esta especie se distribuye en 50,1% en la provincia de Talca; 37% en Linares; 17,8% en Curicó y, el 0,2% restante, en la correspondiente a Cauquenes.

Los canales normales de comercialización son las ventas directas en el predio a comerciantes intermediarios, la entrega directa a las cadenas de supermercados de los grandes centros consumidores y los mercados mayoristas regionales y de Santiago (Feria Lo Valledor, Feria Municipal de Mapocho, etc.).

Los antecedentes históricos de precios permiten graficar la extrema estacionalidad del precio. En efecto, desde enero en adelante los precios son significativamente más bajos que los obtenidos a principios de la época de comercialización. Asimismo, los valores de este producto presentan fuertes variaciones anuales fenómeno asociado a la oferta disponible y a la época en que se inicie el período de comercialización (Tabla 13.2.3-16).

Es así como en el período en análisis las cotizaciones han fluctuado entre $39.174 en 1999 y $179.707 las cien unidades el año 2000, ambos valores están expresados en moneda de Diciembre de 2013. Habitualmente, entre una temporada y otra existe un cambio en la tendencia de los precios, lo que sería consecuencia de la rápida respuesta de los agricultores, en el sentido de aumentar el cultivo de esta especie cuando se han logrado altos precios en el período anterior.

Tabla 13.2.3-16

Precio Real de Sandía ($ de Diciembre de 2013/cien unidades, sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1995	33.178	33.709	30.980	20.939					384.203	379.291	284.790	57.856	153.118
1996	41.158	33.459	32.713								368.572	78.019	110.784
1997	40.429	47.736	36.316	25.763							521.839	126.712	133.132
1998	60.836	32.198	22.229	23.317					525.890		213.179	42.051	131.386
1999	28.791	36.071	27.020	19.527								84.463	39.174
2000	45.765	41.642	34.351	36.197						505.377	540.516	54.099	179.707
2001	32.389	38.889	49.065	41.032								86.542	49.584
2002	45.217	41.528	40.226	33.399							143.984	144.627	74.830
2003	45.215	40.826	32.136								195.343	71.627	77.029
2004	52.411	68.446	49.334								194.470	99.702	92.873
2005	66.389	49.546	54.564								237.498	122.035	106.006
2006	66.151	52.931	58.008	54.951					64.895	64.151	346.001	100.790	100.985
2007	62.228	53.418	52.493									155.034	80.793
2008	88.436	72.541	73.064								234.182	98.990	113.442
2009	61.473	58.244	59.409									163.700	85.706
2010	85.802	66.149	64.031									118.737	83.680
2011	66.666	63.933	67.031								265.011	107.155	113.959
2012	75.899	75.090	83.757									160.766	98.878
2013	95.274	78.768	67.264									207.005	112.078
Promedio Mensual	57.564	51.849	49.157	31.891					324.996	316.273	295.449	109.469	101.955

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

Cabe señalar que la condición para obtener una buena rentabilidad y disminuir riesgos es la obtención de un producto "primor". Para sacar estas ventajas se requiere el uso de técnicas de cultivos más sofisticadas y variedades híbridas de alto costo. A ello se

le puede agregar las condiciones agroclimáticas que en determinados sectores geográficos permiten una ventaja adicional.

- Frutilla

De acuerdo al VI Censo Nacional Agropecuario realizado por INE en 1997, la superficie total plantada con frutilla, en el país era del orden de 720 hectáreas, área que en 2007, según la misma fuente de información, ascendía a 1.853,5 hectáreas, lo que revela una expansión de casi 160%. Esta especie se distribuye desde la IV a la X Región, pero la mayor concentración tiene lugar en la Región Metropolitana, la que representa el 44% de la superficie nacional.

Asimismo, en la temporada 1996/97 la VII Región contaba con una superficie destinada al cultivo de frutilla del orden de las 125 ha, monto que en 2007 superó las 763 ha, distribuidas en 34,5% en la provincia de Cauquenes; 29% en la correspondiente a Curicó; 28,8% en Linares y el 7,7% restante en Talca. Agentes consultados en la zona señalan que se han obtenido buenos resultados productivos y se encuentran optimistas en ampliar las plantaciones con el objetivo de diversificar la producción frutícola y abastecer tanto el mercado local como la agroindustria.

En términos generales, es interesante señalar que el cultivo de este frutal menor, reconocido también como fresón, es practicado tanto por pequeños agricultores como por medianas y grandes empresas agrícolas, razón por la cual coexisten suelos marginales, de difícil manejo, junto a otros de buena aptitud donde se aplica tecnología de alto nivel. Como resultado de estas condiciones disímiles, se producen grandes variaciones en los rendimientos, los que fluctúan entre 12 y 20 ton/ha durante el primer año y de 14 a 34 ton/ha en el segundo año.

El destino de la producción se divide en agroindustria, consumo fresco para mercado interno y exportación de frutilla congelada. La alternativa hacia la agroindustria ha adquirido fuerza en el último tiempo, en especial para congelado. El 50% de la capacidad instalada de congelado a nivel nacional, se encuentra en el Área Metropolitana; el 35% se localiza en las regiones V, VI y VII y el 15% restante, se reparte entre las regiones VIII, IX y X.

La producción de las regiones Metropolitana, IV, V y VI se destina, en gran parte, al mercado interno. Entretanto, la oferta de fruta procedente de las zonas ubicadas más al sur, permite extender el período de permanencia en el mercado interno, aunque también está orientada hacia la exportación, ya que ésta coincide con el período de mayor demanda externa. La fruta embarcada desde marzo en adelante proviene casi exclusivamente de esta zona.

El ciclo productivo de la frutilla tiene un carácter estacional. La temporada de comercialización se concentra entre los meses de octubre y enero, en noviembre tiene lugar la mayor parte de las transacciones de fruta en estado fresco. Es así como el comportamiento de los precios internos en los mercados mayoristas de

Santiago, está sujeto a los volúmenes transados, los que varían de un año a otro y al interior de la temporada de comercialización.

Al analizar los precios desde 1995 a 2013 se aprecian marcadas fluctuaciones, destacándose el más alto en 2012 con $909 el kilo y el más bajo en 1996 y 1999 con $469/kilo, ambos valores expresados en moneda de Diciembre de 2013, Tabla 6.2.3-17. Esta variabilidad ha sido consecuencia, por una parte, del resultado de las cosechas y la evolución de la superficie plantada y, por otra, del resultado de las exportaciones. Además durante los tres últimos años se transó esta fruta durante todo el año registrando precios elevados en los meses invernales.

Si bien las transacciones de frutilla se extienden desde septiembre a mayo, el grueso de la comercialización ocurre entre octubre y enero. Los precios presentan una marcada estacionalidad, registrándose los más altos en septiembre, cuando se inicia el período de comercialización; posteriormente, éstos descienden significativamente, y a partir de marzo tiene lugar una leve recuperación.

Los supermercados han adquirido una gran relevancia como agentes compradores directos. Esta modalidad ha obligado a los productores a incorporar mayores niveles de eficiencia en el tratamiento de postcosecha, pero también les ha permitido negociar directamente con los vendedores finales, captando las ventajas de precios asociadas a las distintas calidades y variedades.

Tabla 13.2.3-17

Precio Real de Frutilla ($ de Diciembre de 2013/kilo, sin IVA)													
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
1995	571	450	529	581	630	601				463	358	445	514
1996	294	290	318	328	471				1.224	489	459	471	483
1997	338	320	363	541	631				1.011	592	644	582	558
1998	492	535	676						800	519	586	551	594
1999	422	494	406	466	564	515				654	412	413	483
2000	380	427	394	369	453				1.100	622	413	356	502
2001	285	246	255	359				2.492	989	517	425	393	662
2002	290	269	304	290	437				1.217	556	489	502	484
2003	514		657	735	986			2.015	861	507	469	484	803
2004	484	555	487	491	639				744	370	321	288	487
2005	240	276	377	537	522			1.966	958	507	386	357	613
2006	329	342	406	546	914			1.082	680	458	518	504	578
2007	468	477	525	748	676				1.228	597	518	604	649
2008	638	627	646	601	733				833	526	445	405	606
2009	370	364	430	480	566	1.045		1.146	1.103	506	478	500	635
2010	422	481	460	507	669				1.364	595	536	593	625
2011	590	578	590	677	810	1.022	1.192	1.164	1.138	601	682	757	817
2012	770	787	794	820	886	1.153	1.373		1.291	781	640	704	909
2013	690	571	668	569	625	990	1.358	1.735	1.127	926	713	675	887
Promedio Mensual	452	449	489	536	660	888	1.308	1.657	1.039	568	500	504	626

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

De esta forma, el agricultor ahora debe enfrentar mayores exigencias en cuanto a calidad y control de residuos químicos presentes en la fruta, nocivos para la salud humana, independiente del destino del producto, ya sea este para consumo interno o para exportación. Asimismo, la materia prima que va a la industria, debe presentar un grado óptimo de madurez, donde se considera parámetros como textura, aroma y valor nutritivo.

En el caso de la agroindustria, los precios pagados al productor presentan una gran variabilidad, dependiendo ello del uso que se le dé a la materia prima y las expectativas de exportación existentes. De hecho, éstos han fluctuado entre US$0,70 - US$0,80 por kilo en 1993/94 y US$0,25 – US$0,30 durante las temporadas 1995/96 y 1996/97; posteriormente, los precios se han situado en torno a US$0,50 a US$0,8 el kilo.

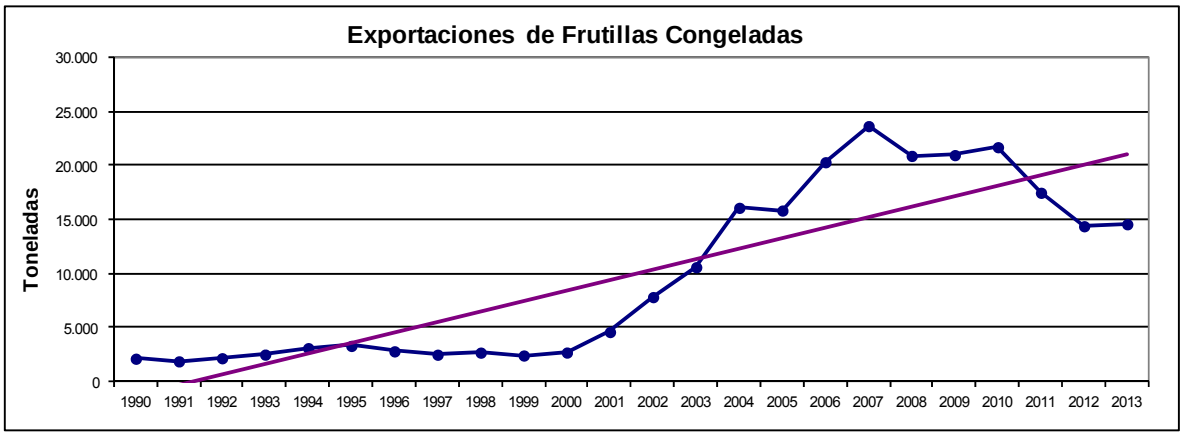
La exportación de frutillas se realiza, casi en su totalidad, en estado congelado. En el período 1990 y 2013, los envíos han mostrado importantes fluctuaciones, destacándose el volumen más bajo en 1991 con 1.907 toneladas y el más elevado en 2008 con casi 24 mil toneladas equivalentes a más de US$33 millones FOB. El significativo aumento de las ventas al exterior que tuvo lugar a partir de 2001, explica la tendencia alcista de estas transacciones, ya que anteriormente el comportamiento general había sido, en promedio, de estabilidad como se aprecia claramente en el Gráfico 13.2.3-16.

El destino de los embarques durante el año 2013 estuvo constituido por Japón, Estados Unidos, Canadá y China, los que en conjunto absorbieron más del 74% de

los envíos. Otras plazas de colocación fueron Brasil, Holanda, Corea y Australia, entre otros.

Entre los países destinatarios de la frutilla congelada nacional, se distinguen varios con los cuales Chile ha suscrito acuerdos comerciales, y en algunos, este producto entra sin pagar arancel. Es así como desde 1996, 1997, 1998, 2001, 2003, 2006, 2007 las frutillas congeladas no gravan su entrada en México, Venezuela, Ecuador, Canadá, Perú, MERCOSUR y Unión Europea, respectivamente.

Gráfico 13.2.3-16



Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

En Estados Unidos, este producto pagaba un arancel de internación, antes de suscribir el acuerdo, de 11,2%. Dicho monto se igualará a cero en el año 0, si cumple las condiciones del S.G.P ó, de lo contrario, al octavo año (2012). Entretanto, en Corea y China la desgravación arancelaria concluirá el año 10, es decir, en 2014.

Lo anterior hace prever muy buenas perspectivas para la comercialización de la frutilla congelada en el contexto internacional, lo que también debiera significar un mejoramiento de los precios en el mercado nacional.

- Vid Vinífera

En Chile el cultivo de la vid vinífera se extiende desde la IV a la IX Región, pero las principales zonas productoras se localizan entre la VI y la VIII Región, las que en conjunto representan más del 85% de la superficie dedicada a este rubro.

Cabe destacar que la superficie de esta especie entre 1986 y 1993 experimentó un fuerte descenso, al pasar de 67.138 ha a 53.093 ha, como consecuencia de la crisis que afectó al sector; posteriormente, la tendencia a la baja revirtió, y en el año 2004 el área abarcaba 110.097 ha, lo que revela una expansión del 29% respecto de las 85.357 ha existentes en 1999. Esta expansión continuó constatándose en los años siguientes y según INE en 2007 el área dedicada a vid vinífera abarcaba 118.488 ha.

Esta especie se desarrolla en condiciones de riego y de secano, proporción que a nivel nacional, según el VI Censo Nacional Agropecuario realizado por INE en 1997 era de 54,4% y 45,6%, respectivamente. Esta proporción, según cifras de la misma entidad, pero en el VII Censo de 2007, era de 79,2% en riego y 20,8% en condiciones hídricas de secano. Este incremento de la proporción de viñedos en condiciones de riego, revela la mayor participación de cepajes finos, en desmedro de los corrientes.

Asimismo, en 2007 la VII Región contaba con una superficie de 45.514,3 ha, de las cuales el 79,8% se cultivaba bajo riego y el 20,2% en secano. En 1997, si bien la Región del Maule destinaba 29.553,9 ha a uva vinífera, de ellas el 60% se cultivaba bajo riego y el 40% restante en secano, lo que implica una aumento de la participación del riego en el manejo de este rubro.

Al interior de la Región, esta especie se distribuye en 35,3% en la provincia de Curicó; 33,7% en Talca: 25,7% en Linares y, por último, el 10,5% en Cauquenes.

En este contexto, cabe destacar que el aumento más significativo de las plantaciones de esta especie se constató entre los años 1999 y 2000, cuando la superficie total pasó desde 86.357 hectáreas a un total de 103.876 ha. Esta evolución tuvo lugar tanto en cepajes blancos como tintos, ya que los primeros anotaron un incremento promedio de 1,3%, lo que estuvo asociado a nuevas plantaciones de Chardonnay, Sauvignon Blanc, Viognier y Sauvignon Vert, las que lograron contrarrestar el arranque de los cultivares Moscatel de Alejandría, Torontel, Chenin Blanc y Semillón. En tintos, se registró un significativo aumento del orden de 30,3%, siendo los más relevantes los anotados por Cabernet Sauvignon, Merlot, Carmenere, Sirah y Pinot Noir.

De esta manera, según la información del INE en el año 2007, las variedades blancas representan 26,4% del total plantado y las tintas el 73,6% restante. Del total nacional, el 73,2% corresponde a cepajes finos y el 26,8% a variedades corrientes.

La tendencia es hacia una expansión de las plantaciones de esta especie, y el objetivo es la exportación de vinos finos con denominación de origen. No obstante, el aumento de los viñedos se ha atenuado en los últimos años con el objeto de mantener el escenario favorable que caracteriza hoy en día a este sector, principalmente en el caso de los vinos de calidad.

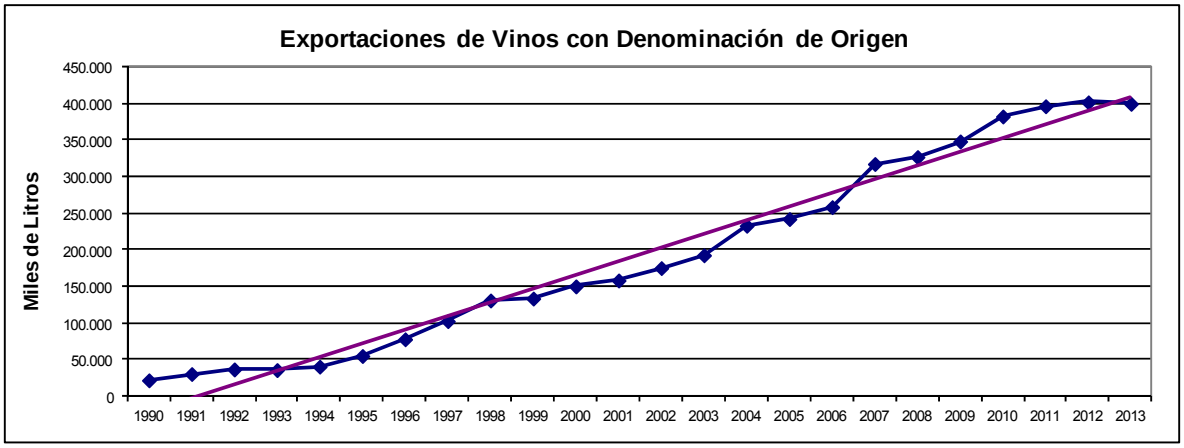
En la actualidad la producción nacional de vinos se caracteriza por una gran heterogeneidad, debido a diversas gamas de cepajes o variedades, zonas agroclimáticas y procesos de elaboración. De hecho, existen productores, incluidas las industrias, que cultivan vides en zonas de riego con un alto nivel tecnológico y variedades exportables. Por otro lado, hay productores pequeños localizados en áreas de secano, con bajo nivel tecnológico y cuyas variedades, del tipo corriente, abastecen de preferencia el mercado interno, en los segmentos menos exigentes.

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

Los envíos totales de vinos chilenos entre 1990 y 2013 experimentaron una expansión de algo más de 36 veces, al pasar de US$50,5 millones a US$1.842 millones FOB. El principal producto exportado corresponde a los vinos con denominación de origen, cuyas ventas en ese período se elevaron desde 22 millones de litros a 399 millones de litros, es decir, en casi 18 veces (Gráfico 13.2.3-17); esta evolución, en valor alcanzó a más de 35 veces, lo que revela, además, un fortalecimiento de los precios unitarios.

En el año 2013 las principales plazas de colocación de los vinos con denominación de origen fueron Reino Unido, Estados Unidos, Japón, Holanda, Brasil, China, Canadá, Rusia, Irlanda y México, los que en conjunto adquirieron casi el 70% de los envíos. El gravamen que deben pagar a su ingreso varía según el país de destino.

Gráfico 13.2.3-17



Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

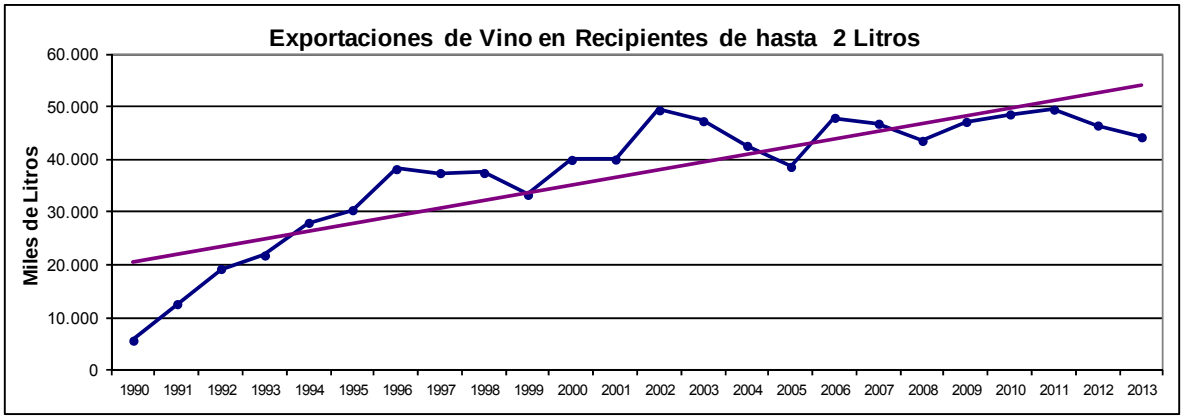
Así, actualmente, los envíos a México, Venezuela, Colombia, Ecuador, Canadá y MERCOSUR, no pagan arancel; en tanto que en los dirigidos a Perú, este tributo se igualará a cero en 2013; las exportaciones a Bolivia continuarán pagando un arancel de internación de 10%. En el caso específico de Brasil, perteneciente al MERCOSUR, para los vinos finos de mesa administró anualmente un cupo de 10 mil cajas de 12 botellas de 750 cc, con un precio mínimo de US$30/caja y otro de 280 mil cajas, con un precio mínimo de US$10,8 por caja, ambos contaban con una preferencia de 30% hasta el año 2007, cuando fuera superado por el programa de desgravación del producto.

Por otra parte, en los embarques destinados a los países que conforman la Unión Europea, el arancel de entrada fluctuaba entre 13,7 Euro/Hl y 33,3 Euro/Hl, según el tipo de vino y contenido de alcohol; con ocasión del acuerdo comercial entre Chile y la Unión Europea, estos aranceles, en términos recíprocos, fueron eliminados en cuatro años, es decir, en 2007. Como contraparte, Chile deberá renunciar, en un período variable de 5 a 12 años, al uso de algunas denominaciones y marcas que pasan a ser exclusivas de la contraparte.

En Estados Unidos, el vino quedó en lista de desgravación arancelaria a 12 años; no obstante, dicho país extenderá automáticamente, al producto chileno, los beneficios que otorgue a futuros socios comerciales. Actualmente este tributo, según el tipo de vino, fluctúa entre 5,3 y 16,9 centavos de dólar por litro. En China, desde un arancel de 14% disminuirá a 0% el año 10. En Corea, la situación es más favorable, ya que la desgravación arancelaria concluyó en 5 años, es decir, en 2009; antes del acuerdo comercial con Chile, el arancel de internación era de 15%. Entretanto, en Japón, el arancel disminuirá hasta cero en el año 13 de entrada en vigencia del acuerdo.

En relación a los vinos transados en recipientes con capacidad de hasta 2 litros, las ventas entre 1990 y 2013, aumentaron en casi ocho veces, al pasar de 5,7 a 44,3 millones de litros. Se debe señalar que entre los años 1996 y 2001 se constató una estabilización de los envíos, lo que sería atribuible al reemplazo de esta categoría por los con denominación de origen, que en ese período aumentaron sostenidamente (Gráfico 13.2.3-18). El principal demandante de este producto en 2013 fue Estados Unidos, seguido por Canadá, Japón, Paraguay, Costa Rica, Perú, Colombia, Panamá, Ecuador y China, entre otros.

Gráfico 13.2.3-18

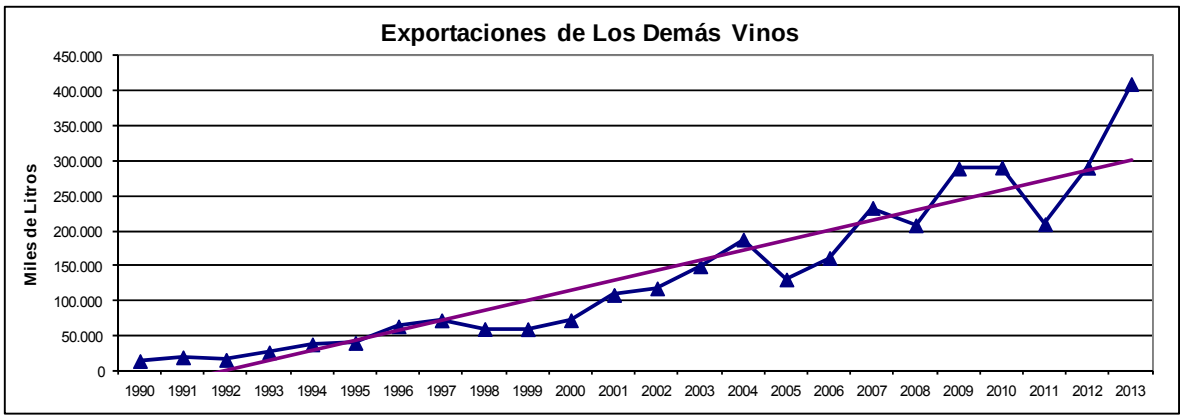


Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

El arancel de internación que deben pagar los envases de hasta dos litros en los países de destino es igual al de los vinos con denominación de origen; la situación cambia en Canadá, donde la desgravación es total desde el año 2001 y en China, el arancel desde 20% disminuirá a 0% al año 10.

Por último, las exportaciones de los demás vinos entre 1990 y 1997 mostraron un crecimiento sostenido, pero en 1998 y 1999 esta tendencia cambió, registrando el último año algo más de 60 millones de litros; posteriormente estas transacciones se han mantenido fluctuantes, registrando los envíos más elevados en 2013 cuando las ventas al exterior de los demás vinos sumaron más de 410 millones de litros equivalentes a US$390,9 millones FOB (Gráfico 13.2.3-19).

Gráfico 13.2.3-19



Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de ODEPA

El principal demandante de este producto en 2013 fue Estados Unidos, que abarcó del orden del 22% de las exportaciones; le siguen en orden de importancia el España, China, Alemania, Reino Unido, Japón, Dinamarca, Canadá y Suecia, entre otros. El nivel de aranceles y los programas de desgravación son iguales a los señalados en el caso anterior, salvo en Brasil que no otorgó cupos a este producto y en Perú el impuesto se igualará a cero el año 2016.

Cabe destacar que la mejor opción para Chile es la producción de vinos tintos de calidad, producto que se ha ganado un espacio en el mercado exterior y goza de un consumo creciente, pues existe una marcada tendencia por este tipo debido a la comprobación científica del efecto positivo de los flavonoides sobre la salud humana.

Por otra parte, en el ámbito nacional el consumo interno de vino experimentó un fuerte repunte, al pasar de 13,1 litros por habitante en 1997 a 22,3 litros por habitante en 2003. Esta evolución, junto a la experimentada por las exportaciones, confirman las expectativas favorables para este sector.

Dentro del mercado interno, si bien el consumo percápita ha repuntado en los últimos años, aun es un nicho potencial de colocación. En efecto, si se compara el consumo nacional con el registrado en países europeos como Francia, Italia y Portugal, donde este parámetro asciende a más de 58 litros por habitante año, se constata que existe un amplio margen que probablemente debería disminuir en los próximos años, toda vez que se promueva el consumo, basándose en las propiedades benéficas que tiene el vino sobre la salud.

En este rubro el principal producto transado en el mercado nacional, en términos de volumen, es vino. Pero también existen transacciones de uva, en particular de variedades finas, a las que las grandes empresas aplican sus propias técnicas de proceso.

En el corto a mediano plazo, la producción de vino aumentará considerablemente, ya que una parte importante de los viñedos en Chile se encuentran en etapa de producción creciente. En este escenario, es preciso consolidar el producto en los mercados de exportación y abrir nuevas plazas de colocación, estrategia que debe ser complementada con una fuerte expansión de la capacidad de elaboración y guarda dentro del país.

Agentes vinculados al sector están concientes del aumento que experimentará la oferta nacional durante los próximos años, por lo cual se están aplicando estrictas medidas técnico productivas en el manejo de los viñedos, con el objeto de controlar el rendimiento en beneficio de la calidad. Lo anterior debería contribuir, además, a ordenar las entregas y facilitar la fluidez de la comercialización.

En este ámbito, se debe señalar que los mercados que Chile actualmente abastece presentan potencial. En efecto, Europa es un gran productor y consumidor de vinos, concentra a demandantes estables y exigentes. Asia, es un nicho que está en vías de expansión, cuenta con numerosa población, aunque con influencia musulmana que rechaza el consumo de alcohol.

Estados Unidos, por su parte, tiene un potencial de producción interno muy alto y la oferta de vinos varietales ha aumentado considerablemente, aunque es preciso indicar que alrededor del 50% de su población nunca ha consumido vino, porcentaje que debiera descender en los próximos años mediante la implementación de campañas de marketing, proceso que favorecería los envíos chilenos. En este sentido, es interesante indicar que actualmente el consumo percápita de vino en dicho país no supera los 7 litros, monto significativamente inferior a los registrados en Europa y Chile, con 58 y 22 litros, respectivamente.

De esta forma, el programa anual que tiene Chile para la promoción del vino, el cual incluye su participación en las principales ferias vitivinícolas del mundo y viajes comerciales, es una estrategia básica para posicionar el producto nacional en los mercados ya consolidados así como también en nuevos puntos de colocación.

No obstante lo anterior, el fuerte aumento de la producción de vinos finos y la creciente competencia internacional con países como Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, Argentina y otros, recomienda ser muy conservadores en la promoción de nuevas plantaciones. Sólo la producción de vinos de alta calidad podrá competir con éxito en el mercado internacional.

b) Determinación de Precios

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

- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA.
- COTRISA
- Revista del Campo
- Entrevistas a productores y agroindustrias
- Recorrido de las áreas de estudio.

La metodología general para determinar los precios de los diferentes productos consistió en realizar un análisis de las series de precios a nivel de mercado mayorista de Santiago para los productos de consumo interno, y en el caso de los productos sin series de precio se tomó en consideración información de empresas agroindustriales y agricultores. Posteriormente, los valores resultantes se ajustaron considerando fletes, comisiones, margen de comercialización y otros costos de manera de representar adecuadamente la situación real de los agricultores del área.

La producción de trigo, porotos y papa en el área de estudio la efectúan principalmente en el predio a intermediarios, aunque el trigo puede ser transado en el molino de Cauquenes. El ganado bovino, entretanto, puede ser comercializado en las ferias ganaderas de Cauquenes y Parral.

Cabe señalar que las cotizaciones de productos se han expresado en moneda de Diciembre de 2013, sin IVA, y corresponden a valores puestos en la Región del Maule. Para los productos de exportación se consideró un tipo de cambio de $ 504 por 1 US$, equivalente al valor promedio registrado entre los años 2009 y 2013, descontados el 5% de los valores más altos y más bajos del período.

De esta manera, los precios calculados a productor para los distintos productos recolectados en las áreas de estudio se presentan en la Tabla 13.2.3-18.

Tabla 13.2.3-18

Precios VII Región ($ de Diciembre de 2013)					
Rubro	**Unidad**	**Época Venta**	**Mercado**	**Variedad**	**Precio ($)**
Papas	kilo	Mar-Abr	Interno		109
Poroto	qqm	Mar-Abr	Interno		71.924
Trigo	qqm	Dic	Interno		14.149
Novillo	kilo	Ene-Dic	Interno		766
Vaca	kilo	Ene-Dic	Interno		575
Cordero	Unidad	Sep-Dic	Interno		40.000
Oveja	Unidad	Sep-Dic	Interno		24.000
Lana	kilo	Feb-Abr	Interno		450
Frutilla	kilo	Dic-Mar	Local		365
Choclo	Unidad	Feb	Local		71
Lechuga	Unidad	Ene-Feb	Local		99
Melón	Unidad	Ene-Feb	Local		178
Poroto Verde	kilo	Ene-Feb	Local		231
Poroto Granado	kilo	Ene-Feb	Local		302
Sandía	Unidad	Ene-Feb	Local		665
Vid Vinífera	kilo	Mar-Abr	Agroindustria	Cepas Finas	280
	kilo	Mar-Abr	Agroindustria	Cepas Corrientes	120

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de precios de ODEPA.

Tabla 13.2.3-18 (1) - Papa

Precio Real de Papa ($ de Diciembre de 2013/kilo, sin IVA)												
AÑO/MES	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**
2004	98	102	107	115	99	100	101	100	96	112	126	75
2005	80	143	156	148	163	197	219	256	400	357	296	129
2006	113	166	164	158	156	156	168	182	187	176	197	112
2007	96	167	176	173	176	214	270	381	363	363	266	153
2008	101	232	284	261	264	263	244	237	242	325	412	439
2009	333	299	219	203	204	217	237	272	361	287	216	132
2010	109	111	111	129	151	157	151	149	142	150	146	74
2011	70	97	109	102	94	107	123	146	168	167	180	195
2012	207	226	207	169	187	226	240	278	378	415	241	159
2013	143	141	161	184	226	241	242	239	313	396	378	168

Promedio Nacional 2004-2013			
Mar-Abr		167	/kilo
Comisión	25%	42	/kilo
Flete		0	/kilo
Precio Productor p. VII Región		**125**	**/kilo**

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de precios de ODEPA.

Para efectos de evaluar el presente proyecto se tomará en consideración el precio obtenido del análisis de ODEPA, es decir, **$109 el kilo**, valor que corresponde al percibido en las diez últimas temporadas y refleja las variaciones de precios asociadas a la superficie de cultivo.

Tabla 13.2.3-18 (2) – Poroto

Precio Real de Poroto Tórtola ($ de Diciembre de 2013/quintal, sin IVA)												
AÑO/MES	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**
2004	96.322	96.310	97.315	98.348	96.908	94.191	93.510	92.694	92.648	90.547	90.314	89.742
2005	85.436	82.762	73.097	51.349	46.961	48.567	49.165	48.132	42.275	43.915	39.618	40.637
2006	48.548	50.796	49.625	49.748	49.626	50.630	50.361	45.505	44.637	46.907	48.708	45.647
2007	51.945	52.035	55.668	69.400	81.026	80.279	78.143	77.301	76.435	84.289	87.466	113.821
2008	113.870	114.960	136.150	141.531	139.908	139.692	136.314	135.066	133.641	129.708	113.306	93.979
2009	90.189	90.518	60.866	53.620	62.244	66.542	82.123	80.036	64.507	61.918	60.713	67.459
2010	69.904	72.497	70.211	67.998	67.424	70.519	60.404	58.815	54.747	45.176	45.911	49.132
2011	48.994	57.037	61.994	68.568	61.014	58.772	57.632	57.112	58.315	57.612	57.323	59.588
2012	62.881	70.231	84.403	97.594	124.553	156.155	162.417	166.225	164.954	174.284	175.070	175.118
2013	174.813	174.604	163.702	178.207	171.369	174.956	191.579	198.225	197.168	198.163	212.923	220.000
Promedio Nacional 2004-2013												
Mar-Abr					86.470	por quintal						
Comisión		15%			12.970	por quintal						
Flete					1.575	por quintal						
Precio Productor puesto VII Región					**71.924**	**por quintal**						

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de precios de ODEPA hasta Noviembre 2007, luego Revista del Campo.

Para efectos de evaluar el presente proyecto se tomará en consideración el precio obtenido del análisis de ODEPA, es decir, **$71.924 el quintal**, valor que corresponde al percibido en las diez últimas temporadas y refleja las variaciones de precios asociadas a la superficie de cultivo.

Tabla 13.2.3-18 (3) – Trigo

Precio Real de Trigo ($ de Diciembre de 2013/quintal, sin IVA)												
AÑO/MES	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**
2004	16.623	15.446	15.452	15.498	15.670	16.069	16.056	16.163	14.865	14.994	13.547	12.692
2005	12.964	12.943	12.826	13.319	13.896	14.460	14.421	14.303	13.597	13.380	13.346	13.665
2006	14.053	14.363	14.487	14.445	14.279	14.302	14.424	14.696	14.782	16.229	16.805	16.232
2007	15.997	15.911	15.651	15.935	16.702	16.968	18.167	20.659	21.633	22.609	21.937	21.955
2008	22.085	21.846	24.412	24.267	24.192	23.274	24.565	23.496	24.584	22.630	21.739	17.498
2009	15.670	16.180	15.893	15.127	14.938	15.254	15.179	14.381	12.834	12.637	12.592	12.975
2010	13.505	12.976	13.485	13.866	12.877	13.098	12.498	12.945	13.605	13.739	13.664	14.344
2011	15.487	15.753	16.604	17.045	17.287	17.712	16.756	16.835	17.574	17.157	16.881	15.451
2012	14.623	14.601	15.115	15.106	15.024	15.589	16.970	17.921	18.532	18.659	19.103	18.542
2013	18.330	17.940	17.675	17.452	16.760	17.189	17.171	17.518	17.695	17.401	17.302	17.100
Promedio Nacional 2004-2013												
Dic					16.045	por quintal						
Comisión		2%			321	por quintal						
Flete					1.575	por quintal						
Precio Productor puesto VII Región					**14.149**	**por quintal**						

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de precios de ODEPA hasta Noviembre 2007, luego Revista del Campo.

Para efectos de evaluar el presente proyecto se tomará en consideración el precio obtenido del análisis de ODEPA, es decir, **$14.149 el quintal**, valor que corresponde al percibido en las diez últimas temporadas y refleja las variaciones de precios asociadas a la superficie de cultivo y a las importaciones.

Tabla 13.2.3-18 (4) – Bovinos

Precio Real a Productor de Novillo Vivo ($ de Diciembre de 2013/kilo, sin IVA)												
AÑO/MES	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**
2004	700	665	643	652	660	781	807	830	812	749	716	667
2005	678	704	667	703	750	827	897	844	798	800	760	770
2006	676	704	715	705	690	693	748	809	825	818	740	651
2007	675	735	722	715	704	783	760	824	840	807	788	788
2008	702	721	718	803	852	889	928	1.027	946	809	712	650
2009	649	743	753	803	784	787	794	782	774	748	740	690
2010	812	856	836	795	867	891	924	988	976	1.001	1.109	1.002
2011	1.027	984	1.012	1.001	962	951	1.053	1.137	1.138	1.067	1.059	944
2012	961	1.068	1.049	911	963	985	946	1.016	1.099	932	979	928
2013	864	932	957	903	908	861	1.009	1.003	999	932	922	942
Promedio Nacional 2004-2013												
Ene-Dic				842 /kilo								
Comisión		3%		25 /kilo								
Destara		6%		51 /kilo								
Precio Productor VII Región				**766 /kilo**								
Precio productor Vaca desecho				**575 /kilo**								

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de precios de ODEPA.

El análisis de la serie de los últimos diez años descontado la comisión y detara, arroja un valor final de **$766 el kilo de novillo vivo**, precio que se tomará en consideración**,** en novillos y terneros de más de seis meses, en tanto que en vacas se considera un valor del **$575/kilo**. Estos valores tienen asociado las variaciones propias de la oferta nacional como también del nivel de importaciones.

Ovinos (13.2.3-18 (5))

Las ventas de corderos tienen lugar entre los meses de septiembre y diciembre. Los precios varían entre $35.000 y $40.000 por cabeza, se tomará en consideración un valor de **$40.000/cabeza**.

Entretanto las ventas de ovejas se relaizan en el predio en la misma época que los corderos, a un precio promedio de **$24.000 por cabeza**.

Otro producto relacionado con la ganadería ovina es la producción de lana, para el que se tomará en consideración un valor promedio de **$400 por kilo.**

Tabla 13.2.3-18 (6) – Choclo

Precio Real de Choclo ($ de Diciembre de 2013/cien unidades, sin IVA)												
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2004	6.350	9.756	8.691	7.376	8.366	12.198	15.884	14.112	12.087	11.703	10.769	8.294
2005	10.139	11.020	8.538	9.076	8.653	11.722	13.760	18.747	16.143	16.960	13.037	12.156
2006	6.649	4.444	7.167	8.148	10.128	13.422	18.568	17.122	15.498	14.192	14.940	9.084
2007	5.620	5.919	8.017	7.637	11.084	14.125	17.506	18.347	14.105	12.751	11.617	7.552
2008	9.604	7.731	8.382	9.397	9.663	13.391	21.686	22.787	19.450	19.274	14.753	16.081
2009	8.881	11.919	9.444	6.548	9.368	9.546	21.377	22.400	28.664	20.093	19.685	15.118
2010	8.388	6.892	5.149	6.969	7.363	9.559	16.920	30.061	22.433	16.247	16.690	9.289
2011	5.793	5.503	7.959	7.415	10.168	18.222	16.673	26.812	29.570	18.299	13.589	11.018
2012	9.180	12.350	10.342	7.292	7.536	13.055	23.367	27.384	28.513	20.255	18.255	18.564
2013	7.538	8.073	8.032	7.035	8.482	20.742	22.648	23.185	20.899	22.508	20.775	18.529
Promedio Nacional 2004-2013												
Feb				8.361	por cien unid.							
Precio / unidad				84	por unidad							
Comisión		15%		13	por unidad							
Flete Santiago Zona Proyecto				0	por unidad							
Precio Productor p. VII Región				**71**	**por unidad**							

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de precios de ODEPA.

Para esta hortaliza se propone la venta del producto para consumo fresco en el mes de febrero, a un precio promedio de **$71 la unidad**. Esta cotización contempla para los meses de comercialización el promedio de los diez últimos años, lo que incluye las variaciones anuales propias del cultivo. No se consideró costo de flete por cuanto se estima la comercialización en los mercados ubicados más al sur donde este producto es escaso o en áreas aledañas con gran afluencia turística en época estival, como por ejemplo Duao, Iloca, Constitución y Pelluhue, entre otras.

Tabla 13.2.3-18 (7) – Lechuga

Precio Real de Lechuga ($ de Diciembre de 2013/cien unidades, sin IVA)												
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2004	10.782	10.973	10.508	9.738	9.423	9.724	11.214	11.939	10.541	9.843	10.030	10.628
2005	10.601	10.199	10.238	9.975	9.954	10.261	11.427	11.770	11.330	10.558	10.631	10.521
2006	10.145	11.886	12.473	13.294	12.857	13.072	13.465	13.477	13.677	13.287	12.155	12.123
2007	11.276	11.372	11.549	11.815	12.031	12.872	18.040	19.720	20.241	15.065	9.128	9.105
2008	11.218	12.744	13.190	11.946	10.955	10.010	13.756	12.767	10.310	9.269	10.005	13.650
2009	13.633	12.135	11.585	11.274	11.124	11.645	11.978	12.472	13.103	10.654	8.204	8.423
2010	10.688	13.193	12.201	11.337	12.204	13.702	14.423	16.496	12.524	8.373	8.070	8.356
2011	8.653	10.648	15.886	14.771	12.120	13.461	13.624	15.501	12.258	9.252	10.221	13.368
2012	13.620	15.786	15.947	12.282	9.817	8.943	15.381	22.236	16.661	10.161	14.204	15.109
2013	12.145	10.923	14.335	14.163	14.773	20.092	25.598	23.840	14.932	12.633	12.633	14.816
Promedio Nacional 2004-2013												
Ene-Feb					11.631	por 100 unidades						
Precio / unidad					116	por unidad						
Comisión		15%			17	por unidad						
Flete Santiago Zona Proyecto					0	por unidad						
Precio Productor puesto VII Región					**99**	**por unidad**						

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de precios de ODEPA.

Para esta hortaliza se propone la venta del producto para consumo fresco entre los meses de enero y febrero, a un precio promedio de **$99 la unidad**. Esta cotización contempla para los meses de comercialización el promedio de los diez últimos años,

lo que incluye las variaciones anuales propias del cultivo. No se consideró costo de flete por cuanto se estima la comercialización en los mercados ubicados más al sur donde este producto es escaso o en áreas aledañas con gran afluencia turística en época estival, como por ejemplo Duao, Iloca, Constitución y Pelluhue, entre otras.

Tabla 13.2.3-18 (8) – Melón

Precio Real de Melón ($ de Diciembre de 2013/cien unidades, sin IVA)												
AÑO/MES	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**
2004	12.828	15.588	10.423	25.264							21.254	16.734
2005	14.192	10.017	11.397								43.708	22.743
2006	15.424	13.356	15.433	12.440							76.637	21.629
2007	14.378	11.477	13.043								63.572	23.529
2008	16.283	16.671	18.026							80.493	22.966	20.460
2009	19.102	15.541	14.675							70.949	49.457	26.735
2010	18.378	15.075	14.671								32.025	21.586
2011	19.642	20.792	21.430								54.013	28.957
2012	25.573	23.494	24.877									30.028
2013	28.690	22.071	20.144									39.160
Promedio Nacional 2004-2013												
Ene-Feb					17.429	por 100 unidades						
Precio / Unidad					174	por unidad						
Comisión		15%			26	por unidad						
Flete Santiago Zona Proyecto					0	por unidad						
Precio Productor puesto VII Región					**148**	**por unidad**				**178**	**por unidad**	

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de precios de ODEPA.

Para esta hortaliza se propone la venta del producto para consumo fresco entre los meses de enero y febrero, a un precio promedio de **$178 la unidad**. Esta cotización contempla para los meses de comercialización el promedio de los diez últimos años, lo que incluye las variaciones anuales propias del cultivo. Este valor es 20% más elevado que el obtenido del análisis de ODEPA, porcentaje equivalente a la ponderación de diferentes calidades.

No se consideró costo de flete por cuanto se estima la comercialización en los mercados ubicados más al sur donde este producto es escaso o en áreas aledañas con gran afluencia turística en época estival, como por ejemplo Duao, Iloca, Constitución y Pelluhue, entre otras.

Tabla 13.2.3-18 (9) – Poroto Verde

Precio Real de Poroto Verde ($ de Diciembre de 2013/kilo sin IVA)												
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2004	224	322	264	234	358	711	1.047	932	617	573	310	240
2005	246	247	288	298	377	392	627	1.074	1.035	632	418	248
2006	212	227	302	303	375	472	563	646	806	729	392	327
2007	260	194	228	214	424	1.105	1.063	1.303	881	743	557	377
2008	282	234	283	274	426	614	869	958	881	764	519	323
2009	252	288	334	224	329	583	896	1.021	759	744	626	359
2010	224	238	339	303	541	659	741	718	817	794	430	344
2011	237	264	298	274	366	506	692	674	620	869	700	408
2012	352	389	454	302	338	504	446	756	801	1.028	674	461
2013	398	351	701	481	521	960	1.013	746	1.000	909	1.007	503
Promedio Nacional 2004-2013												
Ene-Feb				272 /kilo								
Comisión		15%		41 /kilo								
Flete Santiago Zona Proyecto				0 /kilo								
Precio Productor p. VII Región				**231 /kilo**								

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de precios de ODEPA.

Para esta hortaliza se propone la venta del producto para consumo fresco entre los meses de enero y febrero, a un precio promedio de **$231 el kilo**. Esta cotización contempla para los meses de comercialización el promedio de los diez últimos años, lo que incluye las variaciones anuales propias del cultivo. No se consideró costo de flete por cuanto se estima la comercialización en los mercados ubicados más al sur donde este producto es escaso o en áreas aledañas con gran afluencia turística en época estival, como por ejemplo Duao, Iloca, Constitución y Pelluhue, entre otras.

Tabla 13.2.3-18 (10) – Poroto Granado

Precio Real de Poroto Granado ($ de Diciembre de 2013/kilo sin IVA)												
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2004	305	367	299	251	271				1.734	1.111	749	288
2005	302	295	316	256	218	261					690	432
2006	193	215	221	205	267					1.250	618	319
2007	336	277	239	272	287						1.130	638
2008	429	454	385	453	415						880	483
2009	301	352	385	344	311					749	793	493
2010	309	250	263	249	273	275					1.036	469
2011	351	321	268	248	313						1.172	615
2012	508	422	474	564	410	369					919	736
2013	577	537	524	449	524						1.246	1.007
Promedio Nacional 2004-2013												
Ene-Feb					355 por kilo							
Comisión		15%			53 por kilo							
Flete Santiago Zona Proyecto					0 por kilo							
Precio Productor puesto VII Región					**302 por kilo**							

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de precios de ODEPA.

Para esta hortaliza se propone la venta del producto para consumo fresco entre los meses de enero y febrero, a un precio promedio de **$302 el kilo**. Esta cotización contempla para los meses de comercialización el promedio de los diez últimos años, lo que incluye las variaciones anuales propias del cultivo. No se consideró costo de flete por cuanto se estima la comercialización en los mercados ubicados más al sur donde este producto es escaso o en áreas aledañas con gran afluencia turística en época estival, como por ejemplo Duao, Iloca, Constitución y Pelluhue, entre otras.

Tabla 13.2.3-18 (11) – Sandía

Precio Real de Sandía ($ de Diciembre de 2013/cien unidades, sin IVA)												
AÑO/MES	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**
2004	52.411	68.446	49.334								194.470	99.702
2005	66.389	49.546	54.564								237.498	122.035
2006	66.151	52.931	58.008	54.951					64.895	64.151	346.001	100.790
2007	62.228	53.418	52.493									155.034
2008	88.436	72.541	73.064								234.182	98.990
2009	61.473	58.244	59.409									163.700
2010	85.802	66.149	64.031									118.737
2011	66.666	63.933	67.031								265.011	107.155
2012	75.899	75.090	83.757									160.766
2013	95.274	78.768	67.264									207.005
Promedio Nacional 2004-2013												
Ene-Feb					67.990	por 100 unidades						
Precio / Unidad					680	por unidad						
Comisión		15%			102	por unidad						
Flete Santiago Zona Proyecto					0	por unidad						
Precio Productor puesto VII Región					**578**	**por unidad**						**665 /unidad**

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de precios de ODEPA.

Para esta hortaliza se propone la venta del producto para consumo fresco entre los meses de enero y febrero, a un precio promedio de **$665 la unidad**. Esta cotización contempla para los meses de comercialización el promedio de los diez últimos años, lo que incluye las variaciones anuales propias del cultivo. Este valor es 20% más elevado que el obtenido del análisis de ODEPA, porcentaje equivalente a la ponderación de diferentes calidades.

No se consideró costo de flete por cuanto se estima la comercialización en los mercados ubicados más al sur donde este producto es escaso o en áreas aledañas con gran afluencia turística en época estival, como por ejemplo Duao, Iloca, Constitución y Pelluhue, entre otras.

Tabla 13.2.3-18 (12) – Frutilla

Precio Real de Frutilla ($ de Diciembre de 2013/kilo, sin IVA)												
AÑO/MES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2004	484	555	487	491	639				744	370	321	288
2005	240	276	377	537	522			1.966	958	507	386	357
2006	329	342	406	546	914			1.082	680	458	518	504
2007	468	477	525	748	676				1.228	597	518	604
2008	638	627	646	601	733				833	526	445	405
2009	370	364	430	480	566	1.045		1.146	1.103	506	478	500
2010	422	481	460	507	669				1.364	595	536	593
2011	590	578	590	677	810	1.022	1.192	1.164	1.138	601	682	757
2012	770	787	794	820	886	1.153	1.373		1.291	781	640	704
2013	690	571	668	569	625	990	1.358	1.735	1.127	926	713	675
Promedio Nacional 2004-2013												
Dic-Mar				521 /kilo								
Comisión		15%		78 /kilo								
Flete Santiago Zona Proyecto				0 /kilo								
Precio Productor p. VII Región				**443 /kilo**								

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de precios de ODEPA.

Para esta fruta se propone la venta del producto para consumo fresco entre los meses de diciembre y marzo, a un precio promedio de **$443 el kilo**. Esta cotización contempla para los meses de comercialización el promedio de los diez últimos años, lo que incluye las variaciones anuales propias de esta fruta, asociadas a los resultados de las cosechas y a la evolución de las exportaciones del producto congelado.

No se consideró costo de flete por cuanto se estima la comercialización en los mercados ubicados más al sur donde este producto es escaso o en áreas aledañas con gran afluencia turística en época estival, como por ejemplo Duao, Iloca, Constitución y Pelluhue, entre otras.

Uva Vinífera (13.2.3-18 (13))

La uva vinífera producida en el área de estudio corresponde a variedades corrientes de secano y cepas finas. La época de venta se extiende desde marzo a abril.

Para efectos de la presente consultoría se tomará en consideración un valor de **$120 por kilo** en cepas corrientes y de **$280 por kilo** en cepas finas.

13.2.4 Determinación de Valores Económicos

a) Fichas Técnico Económicas

Se elaboraron fichas o estándares productivos y económicos por nivel tecnológico para cada uno de los rubros productivos identificados en el área del proyecto, en

situación actual agropecuaria. Para estos efectos se utilizó como base la información obtenida del estudio "Diagnóstico Perfil Agroeconómico Mediante Estándares de Producción", año 2013, cuyas fichas fueron complementadas con información recogida en terreno a través de entrevistas a agricultores.

Los precios de mano de obra corresponden a valores actuales pagados en la zona, en tanto que los precios de las labores de maquinaria agrícola e insumos, son precios de lista informados por proveedores de la zona a Diciembre del 2013. Los estándares incluyen las principales características de cada uno de los rubros identificados.

En términos generales se consideraron los siguientes aspectos en cada patrón:

Labores e insumos:

- Mano de obra
- Maquinaria
- Tracción animal
- Insumos físicos
- Fletes y envases
- Imprevistos
- Rendimientos

Los estándares o patrones se valorizaron con información proveniente del capítulo Determinación de Precios. De esta manera, se obtienen las fichas técnico – económicas, las que 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.

Los coeficientes determinados por MIDESO, 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

En forma paralela se calcularon los costos indirectos, a través de un factor sobre el costo operacional total de cada sector. Según la experiencia de este consultor, el factor a considerar fue de 10%.

Los patrones productivos y económicos de la situación actual se presentan en el Anexo 21a. A modo de resumen se presenta en la Tabla 13.2.4-1 los rendimientos, ingresos, costos y márgenes brutos unitarios de cada rubro productivo por nivel tecnológico.

Tabla 13.2.4-1 Resumen de Fichas Técnico Económicas

Rubro Productivo	Nivel	Rendimiento	Precios de Mercado ($)			Precios de Mercado ($)		
			Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
Trigo Secano	Nivel Bajo	20 qq/ha	282.980	277.841	5.140	282.980	250.033	32.947
Trigo Secano	Nivel Medio	35 qq/ha	495.215	334.719	160.496	495.215	320.722	174.493
Papa Secano	Nivel Medio	75 qqm/ha	817.500	502.287	315.213	817.500	397.109	420.391
Papa Riego	Nivel Medio	200 qqm	2.180.000	1.276.712	903.288	2.180.000	1.008.801	1.171.199
Poroto Tórtola Secano	Nivel Medio	10 qqm/ha	719.240	490.516	228.724	719.240	403.503	315.737
Poroto Tórtola Riego	Nivel Medio	12 qqm/ha	863.088	542.842	320.246	863.088	436.683	426.405
Vid Vinifera Cepa Fina	Nivel Medio	3 ton/ha	840.000	649.702	190.298	840.000	541.176	298.824
Vid Vinifera Cepa País	Nivel Bajo	2,5 ton/ha	300.000	252.315	47.685	300.000	184.152	115.848
Ganadería Ovina	Nivel Bajo	---	63.760	60.745	3.015	63.760	58.522	5.238
Ganadería Bovina y Ovina	Nivel Medio	---	22.333	2.295	20.038	22.333	1.985	20.348
Ganadería Bovina	Nivel Medio	---	276.835	82.872	193.963	276.835	80.097	196.738

Fuente: Elaboración propia.

b) Determinación de Valores Económicos

Los márgenes brutos se han determinado a través de la diferencia entre los ingresos producidos por la actividad agropecuaria de cada uno de los sectores en estudio y sus respectivos costos operacionales. Estos valores se obtienen por medio de la multiplicación de cada superficie asignada por el ingreso y costo unitario resultante de las fichas técnico económicas.

En las Tablas 13.2.4-2 a la 13.2.4-11 se presentan los ingresos, costos y márgenes brutos para cada sector.

Tabla 13.2.4-2 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Los Cuervos

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo	Secano	7.824.397	5.288.560	2.535.837	7.824.397	5.067.408	2.756.989
Papa	Surco	17.222.000	10.086.028	7.135.972	17.222.000	7.969.531	9.252.469
Poroto	Surco	6.818.395	4.288.449	2.529.946	6.818.395	3.449.795	3.368.600
Pasto Natural	Secano	1.058.596	108.792	949.804	1.058.596	94.101	964.495
Total		**32.923.388**	**19.771.829**	**13.151.559**	**32.923.388**	**16.580.835**	**16.342.553**
Gastos Indirectos			**1.977.183**			**1.658.084**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.2.4-3 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Huenchullami 1

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Pasto Natural	Secano	1.937.843	580.104	1.357.739	1.937.843	560.678	1.377.165
Total		**1.937.843**	**580.104**	**1.357.739**	**1.937.843**	**560.678**	**1.377.165**
Gastos Indirectos			**58.010**			**56.068**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.2.4-4 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Huenchullami 2

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo	Secano	1.980.860	1.338.876	641.984	1.980.860	1.282.888	697.972
Poroto	Surco	6.904.704	4.342.733	2.561.971	6.904.704	3.493.463	3.411.241
Pasto Natural	Secano	7.751.371	2.320.417	5.430.954	7.751.371	2.242.712	5.508.659
Total		**16.636.935**	**8.002.026**	**8.634.909**	**16.636.935**	**7.019.063**	**9.617.872**
Gastos Indirectos			**800.203**			**701.906**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.2.4-5 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Huenchullami 3

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo	Secano	4.952.150	3.347.190	1.604.960	4.952.150	3.207.220	1.744.930
Papa	Surco	10.900.000	6.383.562	4.516.438	10.900.000	5.044.007	5.855.993
Poroto	Surco	12.946.320	8.142.624	4.803.696	12.946.320	6.550.244	6.396.076
Pasto Natural	Secano	5.536.693	1.657.441	3.879.252	5.536.693	1.601.937	3.934.756
Total		**34.335.163**	**19.530.817**	**14.804.346**	**34.335.163**	**16.403.408**	**17.931.755**
Gastos Indirectos			**1.953.082**			**1.640.341**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.2.4-6 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Reloca

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo	Secano	792.344	535.550	256.794	792.344	513.155	279.189
Papa	Secano	981.000	602.745	378.255	981.000	476.530	504.470
Poroto	Secano	863.088	588.619	274.469	863.088	484.204	378.884
Pasto Natural	Secano	1.107.339	331.488	775.851	1.107.339	320.387	786.952
Total		**3.743.771**	**2.058.402**	**1.685.369**	**3.743.771**	**1.794.276**	**1.949.495**
Gastos Indirectos			**205.840**			**179.428**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.2.4-7 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Rahue

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo	Secano	445.694	301.247	144.447	445.694	288.650	157.044
Papa	Aspersión	1.090.000	638.356	451.644	1.090.000	504.401	585.599
Poroto	Aspersión	431.544	271.421	160.123	431.544	218.341	213.203
Pasto Natural	Secano	154.099	15.837	138.262	154.099	154.099	
Total		**2.121.337**	**1.226.861**	**894.476**	**2.121.337**	**1.165.491**	**955.846**
Gastos Indirectos			**122.686**			**116.549**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.2.4-8 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Chanco

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo	Secano	396.172	267.775	128.397	396.172	256.578	139.594
Papa	Aspersión	1.744.000	1.021.370	722.630	1.744.000	807.041	936.959
Poroto	Aspersión	690.470	434.273	256.197	690.470	349.346	341.124
Pasto Natural	Secano	1.550.274	464.083	1.086.191	1.550.274	448.542	1.101.732
Total		**4.380.916**	**2.187.501**	**2.193.415**	**4.380.916**	**1.861.507**	**2.519.409**
Gastos Indirectos			**218.750**			**186.151**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.2.4-9 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Pelluhue

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo	Secano	594.258	401.663	192.595	594.258	384.866	209.392
Papa	Aspersión	1.308.000	766.027	541.973	1.308.000	605.281	702.719
Poroto	Aspersión	517.853	325.705	192.148	517.853	262.010	255.843
Pasto Natural	Secano	2.602.246	778.997	1.823.249	2.602.246	752.910	1.849.336
Total		**5.022.357**	**2.272.392**	**2.749.965**	**5.022.357**	**2.005.067**	**3.017.290**
Gastos Indirectos			**227.239**			**200.507**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.2.4-10 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Purapel Bajo

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo	Secano	2.829.800	2.778.405	51.395	2.829.800	2.500.327	329.473
Avena	Secano	318.800	303.723	15.077	318.800	292.609	26.191
Vid Vinífera Cepa País	Secano	300.000	252.315	47.685	300.000	184.152	115.848
Pasto Natural	Secano	5.355.840	5.102.545	253.295	5.355.840	4.915.836	440.004
Total		**8.804.440**	**8.436.988**	**367.452**	**8.804.440**	**7.892.924**	**911.516**
Gastos Indirectos			**843.699**			**789.292**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.2.4-11 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector El Valle

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Vid Vinífera Cepa Fina	Secano	28.140.000	21.765.006	6.374.994	28.140.000	18.129.380	10.010.620
Vid Vinífera Cepa País	Secano	4.020.000	3.381.021	638.979	4.020.000	2.467.639	1.552.361
Pasto Natural	Secano						
Total		**32.160.000**	**25.146.027**	**7.013.973**	**32.160.000**	**20.597.019**	**11.562.981**
Gastos Indirectos			**2.514.603**			**2.059.702**	

Fuente: Elaboración propia.

13.3 Situación Actual Optimizada o Sin Proyecto

13.3.1 Criterios y Transferencia Tecnológica

La presente actividad tiene por objeto caracterizar la estructura productiva y económica de la situación sin proyecto u optimizada a partir del diagnóstico de la situación actual.

La situación sin proyecto que sirve de base para la evaluación económica del proyecto, se ha definido como aquella resultante de un conjunto de acciones tendientes a efectuar cambios en la actividad agropecuaria del área, sin la realización de las obras planteadas en el proyecto de riego. Este proceso será planteado y desarrollado dentro de un Programa de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica.

Se debe señalar que debido a las serias condiciones de sequia que afectan a los diferentes sectores en estudio, pensar en un cambio radical de la situación actual no es factible sin la presencia o introducción de agua de riego. En cambio se ha considerado que mediante las acciones que impulsa el INDAP y Prodesal se pueda

mejorar levemente las condiciones de cada sector por medio de mejores prácticas de cultivo.

El Programa de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica deberá efectuar, con el objetivo mencionado, diferentes acciones tales como:

- Desarrollo de experiencias demostrativas
- Organización de charlas y seminarios con utilización de medios audiovisuales
- Preparación de días de campo con el objeto de dar a conocer nuevas tecnologías
- Elaboración de material divulgativo en forma de folletos o fichas técnicas simples
- Realización de actividades en el campo en parcelas demostrativas e
- Información de la comercialización y apertura de mercados para los productos, entre otros.

Las acciones enunciadas están orientadas principalmente a producir cambios de conducta por parte de los agricultores de nivel tecnológico bajo a medio.

Entre los cambios producidos por efecto de la optimización de la situación actual, se deben mencionar los siguientes:

- Mejoría en el manejo de la explotación y de los rubros productivos desarrollados en ella. Esto produce aumento en los rendimientos de los cultivos y rubros productivos.
- Mejoramiento en la capacidad empresarial de los agricultores
- Optimización en la oportunidad de ejecución de las labores requeridas
- Mejor uso de insumos, especialmente fertilizantes y otros
- Acceso a la información de precios y mercados

Se espera que el Programa de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica impulse y oriente a los agricultores a mejorar estos aspectos, principalmente por la vía de la organización de ellos para efectuar labores de acopio, transporte y venta de productos.

Las acciones mencionadas anteriormente, parten del supuesto que se conserve la estructura de cultivos de situación actual.

Por otra parte, se espera que se produzcan incrementos en los rendimientos de los cultivos actuales, producto de la introducción de nuevas prácticas de manejo (aplicación oportuna de fertilizantes y pesticidas) y en las oportunidades de cosecha y comercialización.

Los incrementos productivos entre situación sin proyecto son conservadores para la realidad del área, incluso en algunos rubros los rendimientos no sufrieron modificación entre ambas situaciones, por considerarse que eran adecuados. Para poder

representar adecuadamente la situación sin proyecto se ha considerado que ésta se concrete en un plazo no superior a los ocho años mediante la siguiente relación porcentual:

Tabla 13.3.1-1
Relación Porcentual de Incrementos Productivos

Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
10%	20%	30%	40%	50%	70%	90%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Para concretar los cambios enunciados se contempla un costo por agricultor del programa de transferencia técnica de 5UF por año, es decir, $116.548, en un total de ocho años.

13.3.2 Nueva Estructura Productiva

En situación sin proyecto u optimizada no se ha considerado un cambio en la estructura de cultivos definida en la situación actual.

13.3.3 Flujos Agronómicos

a) Fichas Técnico Económicas

Se elaboraron estándares o patrones productivos y económicos según el nivel tecnológico para cada uno de los rubros productivos identificados en el área del proyecto en la Situación Sin Proyecto.

Se tomó el supuesto de que aquellos cultivos desarrollados en el área de influencia del proyecto son susceptibles de sufrir un mejoramiento, producto de un programa de asistencia técnica. Para tales efectos, se incorporaron mejorías en el manejo del cultivo, capacidad empresarial de los agricultores y en la fertilización, uso de semillas de mejor calidad y labores agrícolas. Con lo anterior se logrará un incremento en los rendimientos en aquellos patrones deficitarios y con ello se producirá un mejoramiento en la Situación Optimizada.

Los precios de mano de obra corresponden a valores actuales pagados en la zona, en tanto que los precios de las labores de maquinaria agrícola e insumos, son precios de lista informados por proveedores de la zona a Diciembre del 2013. Los estándares incluyen las principales características de cada uno de los rubros identificados.

En términos generales se consideraron los siguientes aspectos en cada patrón:

Labores e insumos:

- Mano de obra
- Maquinaria
- Tracción animal
- Insumos físicos
- Fletes y envases
- Imprevistos
- Rendimientos

Los estándares o patrones se valorizaron con información proveniente del capítulo Determinación de Precios. De esta manera, se obtienen las fichas técnico – económicas, las que 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.

Los coeficientes determinados por MIDESO, 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

En forma paralela se calcularon los costos indirectos, a través de un factor sobre el costo operacional total de cada sector. Según la experiencia de este consultor, el factor a considerar fue de 10%.

Los patrones productivos y económicos de la situación sin proyecto se presentan en el Anexo 21b. A modo de resumen se presenta en la Tabla 13.3.3-1 los rendimientos, ingresos, costos y márgenes brutos unitarios de cada rubro productivo por nivel tecnológico.

Tabla 13.3.3-1 Resumen de Fichas Técnico Económicas

Rubro Productivo	Nivel	Rendimiento	Precios de Mercado ($)			Precios de Mercado ($)		
			Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
Trigo Secano	Nivel Bajo	25 qq/ha	353.725	315.950	37.775	353.725	287.206	66.519
Trigo Secano	Nivel Medio	40 qq/ha	565.960	372.031	193.929	565.960	357.417	208.543
Papa Secano	Nivel Medio	100 qqm/ha	1.090.000	644.843	445.157	1.090.000	517.825	572.175
Papa Riego	Nivel Medio	220 qqm	2.398.000	1.366.461	1.031.539	2.398.000	1.081.677	1.316.323
Poroto Tórtola Secano	Nivel Medio	12 qqm/ha	863.088	533.917	329.171	863.088	437.497	425.591
Poroto Tórtola Riego	Nivel Medio	14 qqm/ha	1.006.936	585.717	421.219	1.006.936	476.698	530.238
Vid Vinífera Cepa Fina	Nivel Medio	3,5 ton/ha	980.000	744.126	235.874	980.000	636.399	343.601
Vid Vinífera Cepa País	Nivel Bajo	2,8 ton/ha	336.000	281.873	54.128	336.000	214.005	121.995
Ganadería Ovina	Nivel Bajo	---	94.430	87.247	7.183	94.430	81.513	12.917
Ganadería Bovina y Ovina	Nivel Medio	---	67.357	40.875	26.482	67.357	36.863	30.494
Ganadería Bovina	Nivel Medio	---	307.883	103.763	204.120	307.883	97.895	209.988

Fuente: Elaboración propia.

b) Determinación de Valores Económicos

Los márgenes brutos se han determinado a través de la diferencia entre los ingresos producidos por la actividad agropecuaria de cada uno de los sectores en estudio y sus respectivos costos operacionales. Estos valores se obtienen por medio de la multiplicación de cada superficie asignada por el ingreso y costo unitario resultante de las fichas técnico económicas.

En las Tablas 13.3.3-2 a la 13.3.3-11 se presentan los ingresos, costos y márgenes brutos para cada sector.

Tabla 13.3.3-2 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Los Cuervos

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo	Secano	8.942.168	5.878.086	3.064.082	8.942.168	5.647.195	3.294.973
Papa	Surco	18.944.200	10.795.043	8.149.157	18.944.200	8.545.250	10.398.950
Poroto	Surco	7.954.794	4.627.167	3.327.627	7.954.794	3.765.917	4.188.877
Pasto Natural	Secano	3.192.722	1.937.460	1.255.262	3.192.722	1.747.292	1.445.430
Total		**39.033.884**	**23.237.756**	**15.796.128**	**39.033.884**	**19.705.654**	**19.328.230**
Gastos Indirectos			**2.323.776**			**1.970.565**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-3 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Huenchullami 1

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Pasto Natural	Secano	2.155.182	726.342	1.428.840	2.155.182	685.263	1.469.919
Total		**2.155.182**	**726.342**	**1.428.840**	**2.155.182**	**685.263**	**1.469.919**
Gastos Indirectos			**72.634**			**68.526**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-4 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Huenchullami 2

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo	Secano	2.263.840	1.488.123	775.717	2.263.840	1.429.670	834.170
Poroto	Surco	8.055.488	4.685.738	3.369.750	8.055.488	3.813.587	4.241.901
Pasto Natural	Secano	8.620.730	2.905.370	5.715.360	8.620.730	2.741.052	5.879.678
Total		**18.940.058**	**9.079.231**	**9.860.827**	**18.940.058**	**7.984.309**	**10.955.749**
Gastos Indirectos			**907.923**			**798.431**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-5 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Huenchullami 3

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo	Secano	5.659.600	3.720.308	1.939.292	5.659.600	3.574.174	2.085.426
Papa	Surco	11.990.000	6.832.306	5.157.694	11.990.000	5.408.386	6.581.614
Poroto	Surco	15.104.040	8.785.760	6.318.280	15.104.040	7.150.476	7.953.564
Pasto Natural	Secano	6.157.664	2.075.264	4.082.400	6.157.664	1.957.895	4.199.769
Total		**38.911.304**	**21.413.638**	**17.497.666**	**38.911.304**	**18.090.931**	**20.820.373**
Gastos Indirectos			**2.141.364**			**1.809.093**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-6 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Reloca

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo	Secano	905.536	595.249	310.287	905.536	571.868	333.668
Papa	Secano	1.308.000	773.811	534.189	1.308.000	621.391	686.609
Poroto	Secano	1.035.706	640.700	395.006	1.035.706	524.996	510.710
Pasto Natural	Secano	1.231.533	415.053	816.480	1.231.533	391.579	839.954
Total		**4.480.775**	**2.424.813**	**2.055.962**	**4.480.775**	**2.109.834**	**2.370.941**
Gastos Indirectos			**242.481**			**210.983**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-7 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Rahue

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo	Secano	509.364	334.828	174.536	509.364	321.676	187.688
Papa	Aspersión	1.199.000	683.231	515.769	1.199.000	540.839	658.161
Poroto	Aspersión	503.468	292.859	210.609	503.468	238.349	265.119
Pasto Natural	Secano	464.763	282.035	182.728	464.763	254.353	210.410
Total		**2.676.595**	**1.592.953**	**1.083.642**	**2.676.595**	**1.355.217**	**1.321.378**
Gastos Indirectos			**159.295**			**135.522**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-8 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Chanco

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo	Secano	452.768	297.625	155.143	452.768	285.934	166.834
Papa	Aspersión	1.918.400	1.093.169	825.231	1.918.400	865.342	1.053.058
Poroto	Aspersión	805.549	468.574	336.975	805.549	381.359	424.190
Pasto Natural	Secano	1.724.146	581.074	1.143.072	1.724.146	548.210	1.175.936
Total		**4.900.863**	**2.440.442**	**2.460.421**	**4.900.863**	**2.080.845**	**2.820.018**
Gastos Indirectos			**244.044**			**208.085**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-9 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Pelluhue

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo	Secano	679.152	446.437	232.715	679.152	428.901	250.251
Papa	Aspersión	1.438.800	819.877	618.923	1.438.800	649.006	789.794
Poroto	Aspersión	604.162	351.430	252.732	604.162	286.019	318.143
Pasto Natural	Secano	2.894.102	975.374	1.918.728	2.894.102	920.210	1.973.892
Total		**5.616.216**	**2.593.118**	**3.023.098**	**5.616.216**	**2.284.136**	**3.332.080**
Gastos Indirectos			**259.312**			**228.414**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-10 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Purapel Bajo

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo	Secano	3.537.250	3.159.503	377.747	3.537.250	2.872.064	665.186
Avena	Secano	472.150	436.234	35.916	472.150	407.564	64.586
Vid Vinífera Cepa País	Secano	336.000	281.873	54.127	336.000	214.005	121.995
Pasto Natural	Secano	7.932.120	7.328.734	603.386	7.932.120	6.847.079	1.085.041
Total		**12.277.520**	**11.206.344**	**1.071.176**	**12.277.520**	**10.340.712**	**1.936.808**
Gastos Indirectos			**1.120.634**			**1.034.071**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-11 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector El Valle

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Vid Vinífera Cepa Fina	Secano	32.830.000	24.928.224	7.901.776	32.830.000	21.319.370	11.510.630
Vid Vinífera Cepa País	Secano	4.502.400	3.777.092	725.308	4.502.400	2.867.670	1.634.730
Pasto Natural	Secano						
Total		**37.332.400**	**28.705.316**	**8.627.084**	**37.332.400**	**24.187.040**	**13.145.360**
Gastos Indirectos			**2.870.532**			**2.418.704**	

Fuente: Elaboración propia.

c) Flujos Situación Sin Proyecto

Considerando los criterios planteados de la Situación Sin Proyecto y los respectivos períodos de transición, se determinaron los flujos de márgenes netos correspondientes a la Situación Sin Proyecto u Optimizada.

Los márgenes brutos se han determinado a través de la multiplicación de cada superficie asignada por el margen bruto unitario resultante de las fichas técnico económicas.

Posteriormente, en la Situación Actual se descontaron los gastos indirectos y los costos de operación tanto del riego tecnificado como del tradicional. En Situación Sin Proyecto, además de los descuentos señalados para la Situación Actual, se descontaron los costos del programa de transferencia tecnológica.

Finalmente, en las Tablas 13.3.3-12 a la 13.3.3-21 se presentan los flujos a 30 años tanto a precios de mercado como social.

Tabla 13.3.3-12 Resumen de Flujos Situación Sin Proyecto ($) Sector Los Cuervos

Años	Situación Actual/Sin Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Actual/Sin Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Costos Riego	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Costos Riego	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	13.151.559	1.977.183	632.000		10.542.376	16.342.553	1.658.084	632.000		14.052.469
1	13.416.016	2.011.842	632.000	466.191	10.305.983	16.641.121	1.689.332	632.000	466.191	13.853.598
2	13.680.473	2.046.502	632.000	466.191	10.535.780	16.939.688	1.720.580	632.000	466.191	14.120.917
3	13.944.930	2.081.161	632.000	466.191	10.765.578	17.238.256	1.751.828	632.000	466.191	14.388.237
4	14.209.387	2.115.820	632.000	466.191	10.995.376	17.536.824	1.783.076	632.000	466.191	14.655.557
5	14.473.844	2.150.480	632.000	466.191	11.225.173	17.835.392	1.814.325	632.000	466.191	14.922.876
6	15.002.757	2.219.798	632.000	466.191	11.684.768	18.432.527	1.876.821	632.000	466.191	15.457.515
7	15.531.671	2.289.117	632.000	466.191	12.144.363	19.029.662	1.939.317	632.000	466.191	15.992.154
8	15.796.128	2.323.776	632.000	466.191	12.374.161	19.328.230	1.970.565	632.000	466.191	16.259.474
9	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
10	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
11	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
12	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
13	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
14	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
15	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
16	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
17	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
18	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
19	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
20	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
21	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
22	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
23	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
24	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
25	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
26	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
27	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
28	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
29	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
30	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-13 Resumen de Flujos Situación Sin Proyecto ($) Sector Huenchullami 1

Años	Situación Actual/Sin Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Actual/Sin Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Costos Riego	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Costos Riego	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	1.357.739	58.010			1.299.729	1.377.165	56.068			1.321.097
1	1.364.849	59.472		349.643	955.734	1.386.440	57.314		349.643	979.483
2	1.371.959	60.935		349.643	961.381	1.395.716	58.560		349.643	987.513
3	1.379.069	62.397		349.643	967.029	1.404.991	59.805		349.643	995.543
4	1.386.179	63.860		349.643	972.676	1.414.267	61.051		349.643	1.003.573
5	1.393.290	65.322		349.643	978.325	1.423.542	62.297		349.643	1.011.602
6	1.407.510	68.247		349.643	989.620	1.442.093	64.789		349.643	1.027.661
7	1.421.730	71.172		349.643	1.000.915	1.460.644	67.280		349.643	1.043.721
8	1.428.840	72.634		349.643	1.006.563	1.469.919	68.526		349.643	1.051.750
9	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
10	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
11	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
12	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
13	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
14	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
15	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
16	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
17	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
18	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
19	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
20	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
21	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
22	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
23	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
24	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
25	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
26	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
27	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
28	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
29	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
30	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-14 Resumen de Flujos Situación Sin Proyecto ($) Sector Huenchullami 2

Años	Situación Actual/Sin Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Actual/Sin Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Costos Riego	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Costos Riego	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	8.634.909	800.203	320.000		7.514.706	9.617.872	701.906	320.000		8.595.966
1	8.757.501	810.975	320.000	582.739	7.043.787	9.751.660	711.559	320.000	582.739	8.137.362
2	8.880.093	821.747	320.000	582.739	7.155.607	9.885.447	721.211	320.000	582.739	8.261.497
3	9.002.684	832.519	320.000	582.739	7.267.426	10.019.235	730.864	320.000	582.739	8.385.632
4	9.125.276	843.291	320.000	582.739	7.379.246	10.153.023	740.516	320.000	582.739	8.509.768
5	9.247.868	854.063	320.000	582.739	7.491.066	10.286.811	750.169	320.000	582.739	8.633.903
6	9.493.052	875.607	320.000	582.739	7.714.706	10.554.386	769.474	320.000	582.739	8.882.173
7	9.738.235	897.151	320.000	582.739	7.938.345	10.821.961	788.779	320.000	582.739	9.130.443
8	9.860.827	907.923	320.000	582.739	8.050.165	10.955.749	798.431	320.000	582.739	9.254.579
9	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
10	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
11	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
12	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
13	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
14	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
15	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
16	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
17	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
18	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
19	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
20	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
21	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
22	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
23	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
24	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
25	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
26	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
27	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
28	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
29	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
30	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-15 Resumen de Flujos Situación Sin Proyecto ($) Sector Huenchullami 3

Años	Situación Actual/Sin Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Actual/Sin Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Costos Riego	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Costos Riego	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	14.804.346	1.953.082	800.000		12.051.264	17.931.755	1.640.341	800.000		15.491.414
1	15.073.678	1.971.910	800.000	233.096	12.068.672	18.220.617	1.657.216	800.000	233.096	15.530.305
2	15.343.010	1.990.738	800.000	233.096	12.319.176	18.509.479	1.674.091	800.000	233.096	15.802.292
3	15.612.342	2.009.567	800.000	233.096	12.569.679	18.798.340	1.690.967	800.000	233.096	16.074.277
4	15.881.674	2.028.395	800.000	233.096	12.820.183	19.087.202	1.707.842	800.000	233.096	16.346.264
5	16.151.006	2.047.223	800.000	233.096	13.070.687	19.376.064	1.724.717	800.000	233.096	16.618.251
6	16.689.670	2.084.879	800.000	233.096	13.571.695	19.953.788	1.758.467	800.000	233.096	17.162.225
7	17.228.334	2.122.536	800.000	233.096	14.072.702	20.531.511	1.792.218	800.000	233.096	17.706.197
8	17.497.666	2.141.364	800.000	233.096	14.323.206	20.820.373	1.809.093	800.000	233.096	17.978.184
9	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
10	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
11	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
12	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
13	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
14	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
15	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
16	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
17	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
18	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
19	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
20	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
21	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
22	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
23	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
24	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
25	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
26	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
27	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
28	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
29	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
30	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-16 Resumen de Flujos Situación Sin Proyecto ($) Sector Reloca

Años	Situación Actual/Sin Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Actual/Sin Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	1.685.369	205.840			1.479.529	1.949.495	179.428			1.770.067
1	1.722.428	209.504		116.548	1.396.376	1.991.640	182.584		116.548	1.692.508
2	1.759.488	213.168		116.548	1.429.772	2.033.784	185.739		116.548	1.731.497
3	1.796.547	216.832		116.548	1.463.167	2.075.929	188.895		116.548	1.770.486
4	1.833.606	220.496		116.548	1.496.562	2.118.073	192.050		116.548	1.809.475
5	1.870.666	224.161		116.548	1.529.957	2.160.218	195.206		116.548	1.848.464
6	1.944.784	231.489		116.548	1.596.747	2.244.507	201.517		116.548	1.926.442
7	2.018.903	238.817		116.548	1.663.538	2.328.796	207.828		116.548	2.004.420
8	2.055.962	242.481		116.548	1.696.933	2.370.941	210.983		116.548	2.043.410
9	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
10	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
11	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
12	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
13	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
14	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
15	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
16	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
17	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
18	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
19	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
20	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
21	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
22	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
23	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
24	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
25	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
26	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
27	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
28	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
29	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
30	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-17 Resumen de Flujos Situación Sin Proyecto ($) Sector Rahue

Años	Situación Actual/Sin Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Actual/Sin Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	894.476	122.686	120.000		651.790	955.846	116.549	120.000		719.297
1	913.393	126.347	120.000	233.096	433.950	992.399	118.446	120.000	233.096	520.857
2	932.309	130.008	120.000	233.096	449.205	1.028.952	120.344	120.000	233.096	555.512
3	951.226	133.669	120.000	233.096	464.461	1.065.506	122.241	120.000	233.096	590.169
4	970.142	137.330	120.000	233.096	479.716	1.102.059	124.138	120.000	233.096	624.825
5	989.059	140.991	120.000	233.096	494.972	1.138.612	126.036	120.000	233.096	659.480
6	1.026.892	148.312	120.000	233.096	525.484	1.211.718	129.830	120.000	233.096	728.792
7	1.064.725	155.634	120.000	233.096	555.995	1.284.825	133.625	120.000	233.096	798.104
8	1.083.642	159.295	120.000	233.096	571.251	1.321.378	135.522	120.000	233.096	832.760
9	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
10	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
11	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
12	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
13	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
14	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
15	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
16	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
17	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
18	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
19	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
20	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
21	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
22	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
23	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
24	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
25	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
26	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
27	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
28	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
29	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
30	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-18 Resumen de Flujos Situación Sin Proyecto ($) Sector Chanco

Años	Situación Actual/Sin Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Actual/Sin Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	2.193.415	218.750	192.000		1.782.665	2.519.409	186.151	192.000		2.141.258
1	2.220.116	221.279	192.000	116.548	1.690.289	2.549.470	188.344	192.000	116.548	2.052.578
2	2.246.816	223.809	192.000	116.548	1.714.459	2.579.531	190.538	192.000	116.548	2.080.445
3	2.273.517	226.338	192.000	116.548	1.738.631	2.609.592	192.731	192.000	116.548	2.108.313
4	2.300.217	228.868	192.000	116.548	1.762.801	2.639.653	194.925	192.000	116.548	2.136.180
5	2.326.918	231.397	192.000	116.548	1.786.973	2.669.714	197.118	192.000	116.548	2.164.048
6	2.380.319	236.456	192.000	116.548	1.835.315	2.729.835	201.505	192.000	116.548	2.219.782
7	2.433.720	241.515	192.000	116.548	1.883.657	2.789.957	205.892	192.000	116.548	2.275.517
8	2.460.421	244.044	192.000	116.548	1.907.829	2.820.018	208.085	192.000	116.548	2.303.385
9	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
10	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
11	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
12	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
13	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
14	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
15	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
16	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
17	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
18	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
19	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
20	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
21	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
22	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
23	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
24	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
25	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
26	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
27	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
28	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
29	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
30	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-19 Resumen de Flujos Situación Sin Proyecto ($) Sector Pelluhue

Años	Situación Actual/Sin Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Actual/Sin Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	2.749.965	227.239	144.000		2.378.726	3.017.290	200.507	144.000		2.672.783
1	2.777.278	230.446	144.000	466.191	1.936.641	3.048.769	203.298	144.000	466.191	2.235.280
2	2.804.592	233.654	144.000	466.191	1.960.747	3.080.248	206.088	144.000	466.191	2.263.969
3	2.831.905	236.861	144.000	466.191	1.984.853	3.111.727	208.879	144.000	466.191	2.292.657
4	2.859.218	240.068	144.000	466.191	2.008.959	3.143.206	211.670	144.000	466.191	2.321.345
5	2.886.532	243.276	144.000	466.191	2.033.065	3.174.685	214.461	144.000	466.191	2.350.033
6	2.941.158	249.690	144.000	466.191	2.081.277	3.237.643	220.042	144.000	466.191	2.407.410
7	2.995.785	256.105	144.000	466.191	2.129.489	3.300.601	225.623	144.000	466.191	2.464.787
8	3.023.098	259.312	144.000	466.191	2.153.595	3.332.080	228.414	144.000	466.191	2.493.475
9	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
10	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
11	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
12	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
13	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
14	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
15	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
16	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
17	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
18	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
19	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
20	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
21	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
22	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
23	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
24	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
25	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
26	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
27	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
28	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
29	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
30	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-20 Resumen de Flujos Situación Sin Proyecto ($) Sector Purapel Bajo

Años	Situación Actual/Sin Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Actual/Sin Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	367.452	843.699			-476.247	911.516	789.292			122.224
1	437.824	871.393		699.287	-1.132.856	1.014.045	813.770		699.287	-499.012
2	508.197	899.086		699.287	-1.090.176	1.116.574	838.248		699.287	-420.961
3	578.569	926.780		699.287	-1.047.498	1.219.104	862.726		699.287	-342.909
4	648.942	954.473		699.287	-1.004.818	1.321.633	887.204		699.287	-264.858
5	719.314	982.167		699.287	-962.140	1.424.162	911.682		699.287	-186.807
6	860.059	1.037.554		699.287	-876.782	1.629.220	960.637		699.287	-30.704
7	1.000.804	1.092.941		699.287	-791.424	1.834.279	1.009.593		699.287	125.399
8	1.071.176	1.120.634		699.287	-748.745	1.936.808	1.034.071		699.287	203.450
9	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
10	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
11	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
12	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
13	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
14	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
15	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
16	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
17	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
18	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
19	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
20	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
21	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
22	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
23	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
24	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
25	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
26	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
27	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
28	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
29	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
30	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.3.3-21 Resumen de Flujos Situación Sin Proyecto ($) Sector El Valle

Años	Situación Actual/Sin Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Actual/Sin Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	7.013.973	2.514.603			4.499.370	11.562.981	2.059.702			9.503.279
1	7.175.284	2.550.196		349.643	4.275.445	11.721.219	2.095.602		349.643	9.275.974
2	7.336.595	2.585.789		349.643	4.401.163	11.879.457	2.131.502		349.643	9.398.312
3	7.497.906	2.621.382		349.643	4.526.881	12.037.695	2.167.403		349.643	9.520.649
4	7.659.217	2.656.975		349.643	4.652.599	12.195.933	2.203.303		349.643	9.642.987
5	7.820.529	2.692.568		349.643	4.778.318	12.354.171	2.239.203		349.643	9.765.325
6	8.143.151	2.763.753		349.643	5.029.755	12.670.646	2.311.003		349.643	10.010.000
7	8.465.773	2.834.939		349.643	5.281.191	12.987.122	2.382.804		349.643	10.254.675
8	8.627.084	2.870.532		349.643	5.406.909	13.145.360	2.418.704		349.643	10.377.013
9	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
10	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
11	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
12	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
13	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
14	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
15	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
16	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
17	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
18	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
19	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
20	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
21	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
22	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
23	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
24	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
25	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
26	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
27	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
28	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
29	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
30	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656

Fuente: Elaboración propia.

13.4 Situación Futura o con Proyecto

13.4.1 Criterios y Transferencia Tecnológica

La situación futura o con proyecto corresponde al mejoramiento de las condiciones actuales que enfrenta el área en estudio por medio de la ejecución y construcción de obras civiles, que en este caso específico se producen por la construcción de piscinas de decantación que permiten la acumulación por infiltración de aguas para ser utilizadas posteriormente en la época de riego.

El área de estudio cuenta con recursos de suelo y clima, particularmente apropiados para una agricultura basada principalmente en la explotación de hortalizas y chacras.

Para potenciar una adecuada utilización de los recursos disponibles, es necesario previamente mejorar la seguridad de riego, permitiendo de esta forma satisfacer los requerimientos hídricos de las diversas especies asignadas en el área de estudio.

Se debe señalar que los recursos de agua adicionales que se generan con el proceso de infiltración, no permiten el incremento de especies multianuales o frutales, por ser recursos que deben ser ocupados en un período corto de meses, insuficiente para

satisfacer la temporada completa de riego de estos rubros. Según lo anterior, sólo se puede incrementar la superficie de chacras y hortalizas, tales como papa, poroto grano seco, poroto verde, poroto granado, choclo, lechuga, sandía y melón que cumplen su desarrollo productivo en forma completa dentro del período en que están disponibles los recursos hídricos originados por infiltración.

Debido a que el proyecto, con la infiltración de agua a la napa subterránea, lo que pretende es mejorar la seguridad de riego de los sectores en estudio, dicha mejoría depende de dos situaciones:

- La primera que los recursos infiltrados sean de carácter eventual, es decir, se podrán utilizar año por medio.

- Que los recursos sean de carácter permanente, es decir, se pueden utilizar cinco de cada seis años.

Debido a que los recursos hídricos originados por infiltración, por un lado, estarán disponibles año por medio y, por otro, sólo es factible utilizarlos en un período limitado de meses, es imposible crecer en superficie de riego en base a cultivos multianuales (frutales), por tal razón sólo se considerará el incremento del riego en base a hortalizas y chacras de carácter anual, pudiendo ser utilizadas sólo año por medio.

Si se da la segunda condición, es decir, los recursos son de carácter permanente, en la situación futura de los sectores o proyectos en estudio se ha considerado la implementación de frutilla, la cual es conocida en la zona y tiene una vida util que permite no cultivarla en aquellos años en donde no se dispone de los recursos de agua.

En relación a cada sector o proyecto y el tipo de recursos infiltrar se pueden clasificar como sigue:

- Sector Los Cuervos Recursos Eventuales
- Sector Huenchullami 1 Recursos Eventuales
- Sector Huenchullami 2 Recursos Eventuales
- Sector Huenchullami 3 Recursos Eventuales
- Sector Reloca Recursos Permanentes
- Sector Rahue Recursos Eventuales
- Sector Chanco Recursos Eventuales
- Sector Pelluhue Recursos Eventuales
- Sector Purapel Bajo Recursos Eventuales
- Sector El Valle Recursos Eventuales

En la determinación de la transición entre la situación actual y futura, se considera que se efectuará en la totalidad de los casos en un periodo de tres años, según la siguiente distribución proporcional:

Tabla 13.4.1-1
Transición Adoptada

Año 1	Año 2	Año 3
20%	50%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Los supuestos de desarrollo que están presentes en la determinación de la situación futura se han basado íntegramente en experiencias locales y en las actuales perspectivas agroeconómicas.

Al respecto, el uso actual de los suelos, en cuanto a su estructura productiva, representa el aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles, dada la baja disponibilidad de agua de riego existente actualmente en el área. Consecuente con lo anterior, en la situación con proyecto, se considera que el uso de la tierra seguirá el mismo patrón de comportamiento por parte de los agricultores, en el sentido de dar preferencia a cultivos conocidos en el área, tales como chacras, frutillas y vides, entre otros. Por lo tanto, como resultado del aumento de recursos de riego, tendrá lugar una consolidación de los rubros que requieren de tal condición, como los antes indicados y también de algunos hortícolas.

Para asegurar al máximo los recursos hídricos disponibles se ha considerado que la totalidad de las nuevas chacras y hortalizas, se rieguen en situación con proyecto a través de métodos presurizados de riego.

Con el objeto de llevar a cabo una adecuada utilización de los recursos disponibles, es necesario previamente efectuar trabajos de habilitación de de terrenos para potencializar su uso en riego. La habilitación de terrenos está referida a la remoción de vegetación arbustiva (destronques de espinos). Para estos efectos, el flujo de márgenes, además de considerar los ingresos y costos agrícolas propiamente tales, debe incluir un monto por concepto de despeje arbustivo.

Se han incorporado chacras y hortalizas para consumo fresco con mayor potencial en la zona de estudio, como es el caso de la papa, poroto grano seco, choclo, lechuga, poroto verde, poroto granado, sandía y melón. En general el cultivo de estas especies está orientado a la producción para consumo fresco en el mercado nacional, específicamente en torno a las ciudades cercanas a cada sector.

Las frutillas y viñas a implementar son, en parte, las mismas que ya se encuentran en la actualidad, tanto en la zona como en sectores aledaños al área de estudio.

Como apoyo a la actividad agricola e introducción del riego en cada sector, se ha considerado que ésta se concrete por medio de las acciones que impulsa actualmente el INDAP y Prodesal.

El Programa de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica deberá efectuar, con el objetivo mencionado, diferentes acciones tales como:

- Desarrollo de experiencias demostrativas
- Organización de charlas y seminarios con utilización de medios audiovisuales
- Preparación de días de campo con el objeto de dar a conocer nuevas tecnologías
- Elaboración de material divulgativo en forma de folletos o fichas técnicas simples
- Realización de actividades en el campo en parcelas demostrativas e
- Información de la comercialización y apertura de mercados para los productos, entre otros.

Las acciones enunciadas están orientadas principalmente a producir cambios de conducta por parte de los agricultores de nivel tecnológico bajo a medio.

Entre los cambios producidos por efecto del nuevo riego, se deben mencionar los siguientes:

- Orientar y capacitar al agricultor para trabajar en forma más eficiente el riego, de manera de lograr un buen manejo de los recursos productivos y con ello lograr un aumento sustancial de los beneficios económicos a nivel de predio, en forma permanente y sostenida.
- Mejoramiento en la capacidad empresarial de los agricultores
- Optimización en la oportunidad de ejecución de las labores requeridas
- Mejor uso de insumos, especialmente fertilizantes y otros
- Acceso a la información de precios y mercados

Se espera que el Programa de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica impulse y oriente a los agricultores a mejorar estos aspectos, principalmente por la vía de la organización de ellos para efectuar labores de acopio, transporte y venta de productos.

Para concretar los cambios enunciados se contempla un costo por agricultor del programa de transferencia técnica de 10UF por año, es decir $233.096, en un total de cuatro años.

13.4.2 Nueva Estructura Productiva

La estructura de cultivos para cada uno de los sectores se presenta en las Tablas 13.4.2-1 a 13.4.2-10.

Tabla 13.4.2-1 Uso Futuro del Suelo Sector Los Cuervos

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Futuro del Suelo	
		ha	%
Trigo			
Papa	Aspersión	15,8	20,0
Poroto	Aspersión	7,9	10,0
Choclo	Cinta	15,8	20,0
Lechuga	Cinta	7,9	10,0
Poroto Verde	Cinta	15,8	20,0
Poroto Granado	Cinta	15,8	20,0
Total		**79,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.2-2 Uso Futuro del Suelo Sector Huenchullami 1

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Futuro del Suelo	
		ha	%
Poroto Verde	Cinta	3,5	50,0
Poroto Granado	Cinta	3,5	50,0
Total		**7,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.2-3 Uso Futuro del Suelo Sector Huenchullami 2

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Futuro del Suelo	
		ha	%
Trigo			
Papa	Aspersión	8,0	20,0
Poroto	Aspersión	8,0	20,0
Choclo	Cinta	8,0	20,0
Poroto Verde	Cinta	8,0	20,0
Poroto Granado	Cinta	8,0	20,0
Total		**40,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.2-4 Uso Futuro del Suelo Sector Huenchullami 3

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Futuro del Suelo	
		ha	%
Trigo			
Papa	Aspersión	10,0	20,0
Poroto	Aspersión	10,0	20,0
Choclo	Cinta	10,0	20,0
Poroto Verde	Cinta	10,0	20,0
Poroto Granado	Cinta	10,0	20,0
Total		**50,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.2-5 Uso Futuro del Suelo Sector Reloca

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Futuro del Suelo	
		ha	%
Frutilla	Cinta	8,0	100,0
Total		**8,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.2-6 Uso Futuro del Suelo Sector Rahue

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Futuro del Suelo	
		ha	%
Trigo			
Papa	Aspersión	1,3	14,0
Poroto	Aspersión	1,2	13,0
Choclo	Cinta	0,9	10,0
Lechuga	Cinta	1,8	20,0
Poroto Verde	Cinta	1,8	20,0
Poroto Granado	Cinta	1,8	20,0
Frutilla	Cinta	0,3	3,0
Total		**9,0**	**100,0**

Nota: El rubro Frutilla no se considera parte del proyecto, debido a que proviene de Situación Actual y no sufrira modificaciones con la construcción de las obras.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.2-7 Uso Futuro del Suelo Sector Chanco

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Futuro del Suelo	
		ha	%
Trigo			
Papa	Aspersión	1,6	20,0
Poroto	Aspersión	0,8	10,0
Choclo	Cinta	0,8	10,0
Lechuga	Cinta	1,6	20,0
Poroto Verde	Cinta	1,6	20,0
Poroto Granado	Cinta	1,6	20,0
Total		**8,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.2-8 Uso Futuro del Suelo Sector Pelluhue

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Futuro del Suelo	
		ha	%
Trigo			
Papa	Aspersión	1,7	14,0
Poroto	Aspersión	1,7	14,0
Choclo	Cinta	1,2	10,0
Lechuga	Cinta	2,4	20,0
Poroto Verde	Cinta	2,4	20,0
Poroto Granado	Cinta	2,4	20,0
Frutales	Goteo	0,2	2,0
Total		**12,0**	**100,0**

Nota: El rubro Frutales no se considera parte del proyecto, debido a que proviene de Situación Actual y no sufrira modificaciones con la construcción de las obras.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.2-9 Uso Futuro del Suelo Sector Purapel Bajo

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Futuro del Suelo	
		ha	%
Trigo			
Papa	Aspersión	10,0	10,0
Poroto	Aspersión	10,0	10,0
Lechuga	Cinta	20,0	20,0
Poroto Granado	Cinta	18,0	18,0
Sandía	Cinta	20,0	20,0
Melón	Cinta	20,0	20,0
Vid Vinífera Cepa País	Surco	2,0	2,0
Total		**100,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.2-10 Uso Futuro del Suelo Sector El Valle

Rubro Productivo	Método Riego	Uso Futuro del Suelo	
		ha	%
Sandía	Cinta	10,1	15,0
Melón	Cinta	10,1	15,0
Vid Vinífera Cepa Fina	Goteo	33,5	50,0
Vid Vinífera Cepa País	Surco	13,4	20,0
Total		**67,0**	**100,0**

Fuente: Elaboración propia.

13.4.3 Inversiones

Entre los metodós de riego presurizados se considera la aspersión movil, riego por cintas y por goteo. En el caso del riego por aspersión movil, debido a que actualmente los agricultores del área proceden a contratar servicios de arriendo del riego, en situación con proyecto se contempla que se siga de la misma manera, pagando $20.000 por el riego de una hectárea más $10.000 en bencina o petróleo para el motor de la bomba.

En relación al riego por cinta en hortalzias y frutilla, se considera una reposición anual de las cintas al interior de las fichas de cultivo y un costo por arriendo de bomba y por la respectiva bencina o petróleo utilizado.

En el caso de riego por goteo en las vides vinífereas del sector El Valle, se considera un costo por hectárea de inversión de US$2.500.

Finalmente, para efectuar la habilitación de algunos terrenos con espinos, es necesario un total de 10 horas de maquinaria con su operario por ha, más el valor de la mano de obra de marcadores. En la Tabla 13.4.3-1 se presentan los costos de habilitación.

Tabla 13.4.3-1 Costos en Habilitación de Terrenos ($/ha)

Labortes	Retroexcavadora $/hora	Mano de Obra $/JH	Horas Maquina	Jornadas Hombre	Total Costos ($)
Destronque y Retiro Material	30.000		10		300.000
Reconstrucción Superficie	30.000		5		150.000
Trazado en Terreno (Marcadores)		8.000		2	16.000
Total Habiliación Terrenos					**466.000**

Fuente: Elaboración propia.

13.4.4 Flujos Agronómicos

a) Fichas Técnico Económicas

Se elaboraron estándares o patrones productivos y económicos según el nivel tecnológico para cada uno de los rubros productivos identificados en el área del proyecto en la Situación Futura o Con Proyecto.

Los precios de mano de obra corresponden a valores actuales pagados en la zona, en tanto que los precios de las labores de maquinaria agrícola e insumos, son precios de lista informados por proveedores de la zona a Diciembre del 2013. Los estándares incluyen las principales características de cada uno de los rubros identificados.

En términos generales se consideraron los siguientes aspectos en cada patrón:

Labores e insumos:

- Mano de obra
- Maquinaria
- Tracción animal
- Insumos físicos
- Fletes y envases
- Imprevistos
- Rendimientos

Los estándares o patrones se valorizaron con información proveniente del capítulo Determinación de Precios. De esta manera, se obtienen las fichas técnico – económicas, las que 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.

Los coeficientes determinados por MIDESO, 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

En forma paralela se calcularon los costos indirectos, a través de un factor sobre el costo operacional total de cada sector. Según la experiencia de este consultor, el factor a considerar fue de 10%.

Los patrones productivos y económicos de la situación futura se presentan en el Anexo 21c. A modo de resumen se presenta en la Tabla 13.4.4-1 los rendimientos, ingresos, costos y márgenes brutos unitarios de cada rubro productivo por nivel tecnológico.

Tabla 13.4.4-1 Resumen de Fichas Técnico Económicas

Rubro Productivo	Nivel	Rendimiento	Precios de Mercado ($)			Precios de Mercado ($)		
			Ingreso	Costo	Margen Bruto	Ingreso	Costo	Margen Bruto
Papa Riego	Nivel Medio	280 qqm	3.052.000	1.581.895	1.470.105	3.052.000	1.231.865	1.820.135
Poroto Tórtola Riego	Nivel Medio	18 qqm/ha	1.294.632	656.233	638.399	1.294.632	548.497	746.135
Choclo	Nivel Medio	40 mil ud/ha	2.840.000	1.800.671	1.039.329	2.840.000	1.598.509	1.241.491
Lechuga	Nivel Medio	40 mil un/ha	3.960.000	2.329.201	1.630.799	3.960.000	1.982.184	1.977.816
Poroto Verde	Nivel Medio	8,5 Ton/ha	1.963.500	1.560.110	403.390	1.963.500	1.347.751	615.749
Poroto Granado	Nivel Medio	8,5 ton/ha	2.567.000	1.575.696	991.304	2.567.000	1.231.865	1.335.135
Sandía	Nivel Medio	6 mil un/ha	3.990.000	2.116.367	1.873.633	3.990.000	1.851.590	2.138.410
Melón	Nivel Medio	25 mil un/ha	4.450.000	2.591.385	1.858.615	4.450.000	2.340.258	2.109.742
Frutilla Plantación y Año 1	Nivel Medio	18 ton/ha	7.974.000	8.546.753	-572.753	7.974.000	7.584.546	389.454
Frutilla Año 2	Nivel Medio	25 ton/ha	11.075.000	5.565.743	5.509.257	11.075.000	4.472.508	6.602.492
Vid Vinífera Cepa Fina	Nivel Medio	6 ton/ha	1.680.000	1.003.881	676.119	1.680.000	839.750	840.250
Vid Vinífera Cepa País	Nivel Medio	4 ton/ha	480.000	362.733	117.267	480.000	264.342	215.658

Fuente: Elaboración propia.

b) Determinación de Valores Económicos

Los márgenes brutos se han determinado a través de la diferencia entre los ingresos producidos por la actividad agropecuaria de cada uno de los sectores en estudio y sus respectivos costos operacionales. Estos valores se obtienen por medio de la multiplicación de cada superficie asignada por el ingreso y costo unitario resultante de las fichas técnico económicas.

En las Tablas 13.4.4-2 a la 13.4.4-11 se presentan los ingresos, costos y márgenes brutos para cada sector.

Tabla 13.4.4-2 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Los Cuervos

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo							
Papa	Aspersión	48.221.600	24.993.940	23.227.660	48.221.600	19.463.467	28.758.133
Poroto	Aspersión	10.227.593	5.184.239	5.043.354	10.227.593	4.333.127	5.894.466
Avena							
Choclo	Cinta	44.872.000	28.450.597	16.421.403	44.872.000	25.256.446	19.615.554
Lechuga	Cinta	31.284.000	18.400.684	12.883.316	31.284.000	15.659.252	15.624.748
Poroto Verde	Cinta	31.023.300	24.649.740	6.373.560	31.023.300	21.294.469	9.728.831
Poroto Granado	Cinta	40.558.600	24.895.991	15.662.609	40.558.600	19.463.467	21.095.133
Total		**206.187.093**	**126.575.191**	**79.611.902**	**206.187.093**	**105.470.228**	**100.716.865**
Gastos Indirectos			**12.657.519**			**10.547.023**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-3 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Huenchullami 1

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Poroto Verde	Cinta	6.872.250	5.460.385	1.411.865	6.872.250	4.717.129	2.155.121
Poroto Granado	Cinta	8.984.500	5.514.935	3.469.565	8.984.500	4.311.528	4.672.972
Total		**15.856.750**	**10.975.320**	**4.881.430**	**15.856.750**	**9.028.657**	**6.828.093**
Gastos Indirectos			**1.097.532**			**902.866**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-4 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Huenchullami 2

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo							
Papa	Aspersión	24.416.000	12.655.159	11.760.841	24.416.000	9.854.920	14.561.080
Poroto	Aspersión	10.357.056	5.249.862	5.107.194	10.357.056	4.387.977	5.969.079
Choclo	Cinta	22.720.000	14.405.366	8.314.634	22.720.000	12.788.074	9.931.926
Poroto Verde	Cinta	15.708.000	12.480.881	3.227.119	15.708.000	10.782.010	4.925.990
Poroto Granado	Cinta	20.536.000	12.605.565	7.930.435	20.536.000	9.854.920	10.681.080
Total		**93.737.056**	**57.396.833**	**36.340.223**	**93.737.056**	**47.667.901**	**46.069.155**
Gastos Indirectos			**5.739.683**			**4.766.790**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-5 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Huenchullami 3

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo							
Papa	Aspersión	30.520.000	15.818.949	14.701.051	30.520.000	12.318.650	18.201.350
Poroto	Aspersión	12.946.320	6.562.328	6.383.992	12.946.320	5.484.971	7.461.349
Choclo	Cinta	28.400.000	18.006.707	10.393.293	28.400.000	15.985.092	12.414.908
Poroto Verde	Cinta	19.635.000	15.601.101	4.033.899	19.635.000	13.477.512	6.157.488
Poroto Granado	Cinta	25.670.000	15.756.956	9.913.044	25.670.000	12.318.650	13.351.350
Total		**117.171.320**	**71.746.041**	**45.425.279**	**117.171.320**	**59.584.875**	**57.586.445**
Gastos Indirectos			**7.174.604**			**5.958.488**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-6 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Reloca

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Frutilla	Cinta	76.196.000	56.449.987	19.746.013	76.196.000	48.228.212	27.967.788
Total		**76.196.000**	**56.449.987**	**19.746.013**	**76.196.000**	**48.228.212**	**27.967.788**
Gastos Indirectos			**5.644.999**			**4.822.821**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-7 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Rahue

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo							
Papa	Aspersión	3.967.600	2.056.463	1.911.137	3.967.600	1.601.425	2.366.175
Poroto	Aspersión	1.553.558	787.479	766.079	1.553.558	658.197	895.361
Choclo	Cinta	2.556.000	1.620.604	935.396	2.556.000	1.438.658	1.117.342
Lechuga	Cinta	7.128.000	4.192.561	2.935.439	7.128.000	3.567.931	3.560.069
Poroto Verde	Cinta	3.534.300	2.808.198	726.102	3.534.300	2.425.952	1.108.348
Poroto Granado	Cinta	4.620.600	2.836.252	1.784.348	4.620.600	2.217.357	2.403.243
Total		**23.360.058**	**14.301.557**	**9.058.501**	**23.360.058**	**11.909.520**	**11.450.538**
Gastos Indirectos			**1.430.156**			**1.190.952**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-8 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Chanco

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo							
Papa	Aspersión	4.883.200	2.531.032	2.352.168	4.883.200	1.970.984	2.912.216
Poroto	Aspersión	1.035.706	524.986	510.720	1.035.706	438.798	596.908
Choclo	Cinta	2.272.000	1.440.537	831.463	2.272.000	1.278.807	993.193
Lechuga	Cinta	6.336.000	3.726.721	2.609.279	6.336.000	3.171.494	3.164.506
Poroto Verde	Cinta	3.141.600	2.496.176	645.424	3.141.600	2.156.402	985.198
Poroto Granado	Cinta	4.107.200	2.521.113	1.586.087	4.107.200	1.970.984	2.136.216
Total		**21.775.706**	**13.240.565**	**8.535.141**	**21.775.706**	**10.987.469**	**10.788.237**
Gastos Indirectos			**1.324.057**			**1.098.747**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-9 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Pelluhue

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Trigo							
Papa	Aspersión	5.188.400	2.689.221	2.499.179	5.188.400	2.094.171	3.094.229
Poroto	Aspersión	2.200.874	1.115.596	1.085.278	2.200.874	932.445	1.268.429
Choclo	Cinta	3.408.000	2.160.805	1.247.195	3.408.000	1.918.211	1.489.789
Lechuga	Cinta	9.504.000	5.590.081	3.913.919	9.504.000	4.757.241	4.746.759
Poroto Verde	Cinta	4.712.400	3.744.264	968.136	4.712.400	3.234.603	1.477.797
Poroto Granado	Cinta	6.160.800	3.781.670	2.379.130	6.160.800	2.956.476	3.204.324
Total		**31.174.474**	**19.081.637**	**12.092.837**	**31.174.474**	**15.893.147**	**15.281.327**
Gastos Indirectos			**1.908.164**			**1.589.315**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-10 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector Purapel Bajo

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Papa	Aspersión	30.520.000	15.818.949	14.701.051	30.520.000	12.318.650	18.201.350
Poroto	Aspersión	12.946.320	6.562.328	6.383.992	12.946.320	5.484.971	7.461.349
Lechuga	Cinta	79.200.000	46.584.010	32.615.990	79.200.000	39.643.677	39.556.323
Poroto Granado	Cinta	46.206.000	28.362.521	17.843.479	46.206.000	22.173.570	24.032.430
Sandía	Cinta	79.800.000	42.327.333	37.472.667	79.800.000	37.031.803	42.768.197
Melón	Cinta	89.000.000	51.827.702	37.172.298	89.000.000	46.805.170	42.194.830
Vid Vinífera Cepa País	Surco	3.360.000	2.007.763	1.352.237	3.360.000	1.679.501	1.680.499
Total		**341.032.320**	**193.490.606**	**147.541.714**	**341.032.320**	**165.137.342**	**175.894.978**
Gastos Indirectos			**19.349.061**			**16.513.734**	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-11 Ingresos, Costos y Márgenes Brutos Sector El Valle

Rubro Productivo	Método Riego	Precio de Mercado ($)			Precio Social ($)		
		Ingreso	Costo	Margen	Ingreso	Costo	Margen
Sandía	Cinta	40.299.000	21.375.303	18.923.697	40.299.000	18.701.061	21.597.939
Melón	Cinta	44.945.000	26.172.989	18.772.011	44.945.000	23.636.611	21.308.389
Vid Vinífera Cepa Fina	Goteo	56.280.000	33.630.026	22.649.974	56.280.000	28.131.636	28.148.364
Vid Vinífera Cepa País	Surco	22.512.000	13.452.010	9.059.990	22.512.000	11.252.654	11.259.346
Total		**164.036.000**	**94.630.328**	**69.405.672**	**164.036.000**	**81.721.962**	**82.314.038**
Gastos Indirectos			**9.463.033**			**8.172.196**	

Fuente: Elaboración propia.

c) Flujos Situación Con Proyecto

Considerando los criterios planteados de la Situación Futura y los respectivos períodos de transición, se determinaron los flujos de márgenes netos correspondientes a la Situación Con Proyecto o Futura.

Se debe señalar que en la zona ya existe una cultura de riego en gran parte de los agricultores, junto a la presencia de servicios de arriendo de aspersores y otros servicios asociados. Según lo anterior y considerando que los flujos que se presentan a continuación son positivos para la totalidad de los sectores, los cuales ya incluyen los costos de riego, es factible pensar que la implementación proyectada es válida. Además, se debe considerar un programa específico de apoyo técnico, junto con el adecuado apoyo del Estado y los servicios permanentes ofrecidos por INDAP y Prodesal

Los márgenes brutos se han determinado a través de la multiplicación de cada superficie asignada por el margen bruto unitario resultante de las fichas técnico económicas. Los sectores Los Cuervos y El Valle han sido corregidos considerando las superficies que efectivamente podrían ser beneficiadas dadas las bajas permeabilidades que han sido obtenidas en las pruebas de terreno.

Posteriormente, en la Situación Actual se descontaron los gastos indirectos y los costos de operación tanto del riego tecnificado como del tradicional. En Situación Futura, además de los descuentos señalados para la Situación Actual, se descontaron los costos del programa de transferencia tecnológica, inversión en riego tecnificado y costos de habilitación de terrenos en algunos sectores.

Finalmente, en las Tablas 13.4.4-12 a la 13.4.4-21 se presentan los flujos a 30 años tanto a precios de mercado como social.

Tabla 13.4.4-12 Resumen de Flujos Situación Futura ($) Sector Los Cuervos

Años	Situación Futura o Con Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Futura o Con Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	13.151.559	1.977.183	632.000		10.542.376	16.342.553	1.658.084	632.000		14.052.469
1	13.580.922	2.038.442	660.400	472.092	10.409.988	16.850.948	1.711.440	660.400	472.092	14.007.015
2	14.094.413	2.113.222	703.000	472.092	10.806.099	17.466.144	1.776.048	703.000	472.092	14.515.004
3	14.776.157	2.215.039	774.000	472.092	11.315.026	18.294.947	1.863.160	774.000	472.092	15.185.696
4	14.209.387	2.115.820	632.000	472.092	10.989.475	17.536.824	1.783.076	632.000	472.092	14.649.656
5	15.298.376	2.283.480	774.000		12.240.896	18.884.525	1.924.865	774.000		16.185.659
6	15.002.757	2.219.798	632.000		12.150.959	18.432.527	1.876.821	632.000		15.923.706
7	16.342.813	2.420.363	774.000		13.148.451	20.063.677	2.048.275	774.000		17.241.402
8	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
9	16.603.923	2.454.583	774.000		13.375.340	20.358.466	2.079.128	774.000		17.505.338
10	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
11	16.603.923	2.454.583	774.000		13.375.340	20.358.466	2.079.128	774.000		17.505.338
12	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
13	16.603.923	2.454.583	774.000		13.375.340	20.358.466	2.079.128	774.000		17.505.338
14	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
15	16.603.923	2.454.583	774.000		13.375.340	20.358.466	2.079.128	774.000		17.505.338
16	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
17	16.603.923	2.454.583	774.000		13.375.340	20.358.466	2.079.128	774.000		17.505.338
18	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
19	16.603.923	2.454.583	774.000		13.375.340	20.358.466	2.079.128	774.000		17.505.338
20	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
21	16.603.923	2.454.583	774.000		13.375.340	20.358.466	2.079.128	774.000		17.505.338
22	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
23	16.603.923	2.454.583	774.000		13.375.340	20.358.466	2.079.128	774.000		17.505.338
24	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
25	16.603.923	2.454.583	774.000		13.375.340	20.358.466	2.079.128	774.000		17.505.338
26	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
27	16.603.923	2.454.583	774.000		13.375.340	20.358.466	2.079.128	774.000		17.505.338
28	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665
29	16.603.923	2.454.583	774.000		13.375.340	20.358.466	2.079.128	774.000		17.505.338
30	15.796.128	2.323.776	632.000		12.840.352	19.328.230	1.970.565	632.000		16.725.665

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-13 Resumen de Flujos Situación Futura ($) Sector Huenchullami 1

Años	Situación Futura o Con Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Futura o Con Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	R. Tecnificado + Habilitación	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	R. Tecnificado + Habilitación	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	1.357.739	58.010			1.299.729	1.377.165	56.068			1.321.097
1	2.062.477	265.914	699.300	699.287	397.976	2.467.351	225.428	699.300	699.287	843.336
2	3.119.585	577.771	1.422.050	699.287	420.477	4.102.629	479.467	1.422.050	699.287	1.501.825
3	4.881.430	1.097.532	1.865.500	699.287	1.219.111	6.828.093	902.866	1.865.500	699.287	3.360.440
4	1.386.179	63.860		699.287	623.032	1.414.267	61.051		699.287	653.929
5	4.881.430	1.097.532	1.865.500		1.918.398	6.828.093	902.866	1.865.500		4.059.727
6	1.407.510	68.247			1.339.263	1.442.093	64.789			1.377.304
7	4.881.430	1.097.532	1.865.500		1.918.398	6.828.093	902.866	1.865.500		4.059.727
8	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
9	4.881.430	1.097.532	1.865.500		1.918.398	6.828.093	902.866	1.865.500		4.059.727
10	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
11	4.881.430	1.097.532	1.865.500		1.918.398	6.828.093	902.866	1.865.500		4.059.727
12	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
13	4.881.430	1.097.532	1.865.500		1.918.398	6.828.093	902.866	1.865.500		4.059.727
14	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
15	4.881.430	1.097.532	1.865.500		1.918.398	6.828.093	902.866	1.865.500		4.059.727
16	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
17	4.881.430	1.097.532	1.865.500		1.918.398	6.828.093	902.866	1.865.500		4.059.727
18	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
19	4.881.430	1.097.532	1.865.500		1.918.398	6.828.093	902.866	1.865.500		4.059.727
20	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
21	4.881.430	1.097.532	1.865.500		1.918.398	6.828.093	902.866	1.865.500		4.059.727
22	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
23	4.881.430	1.097.532	1.865.500		1.918.398	6.828.093	902.866	1.865.500		4.059.727
24	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
25	4.881.430	1.097.532	1.865.500		1.918.398	6.828.093	902.866	1.865.500		4.059.727
26	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
27	4.881.430	1.097.532	1.865.500		1.918.398	6.828.093	902.866	1.865.500		4.059.727
28	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393
29	4.881.430	1.097.532	1.865.500		1.918.398	6.828.093	902.866	1.865.500		4.059.727
30	1.428.840	72.634			1.356.206	1.469.919	68.526			1.401.393

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-14 Resumen de Flujos Situación Futura ($) Sector Huenchullami 2

Años	Situación Futura o Con Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Futura o Con Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	8.634.909	800.203	320.000		7.514.706	9.617.872	701.906	320.000		8.595.966
1	14.175.972	1.788.099	1.456.000	1.165.478	9.766.395	16.908.129	1.514.883	1.456.000	1.165.478	12.771.768
2	22.487.566	3.269.943	3.160.000	1.165.478	14.892.145	27.843.514	2.734.348	3.160.000	1.165.478	20.783.688
3	36.340.223	5.739.683	6.000.000	1.165.478	23.435.062	46.069.155	4.766.790	6.000.000	1.165.478	34.136.887
4	9.125.276	843.291	320.000	1.165.478	6.796.507	10.153.023	740.516	320.000	1.165.478	7.927.029
5	36.340.223	5.739.683	6.000.000		24.600.540	46.069.155	4.766.790	6.000.000		35.302.365
6	9.493.052	875.607	320.000		8.297.445	10.554.386	769.474	320.000		9.464.912
7	36.340.223	5.739.683	6.000.000		24.600.540	46.069.155	4.766.790	6.000.000		35.302.365
8	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
9	36.340.223	5.739.683	6.000.000		24.600.540	46.069.155	4.766.790	6.000.000		35.302.365
10	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
11	36.340.223	5.739.683	6.000.000		24.600.540	46.069.155	4.766.790	6.000.000		35.302.365
12	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
13	36.340.223	5.739.683	6.000.000		24.600.540	46.069.155	4.766.790	6.000.000		35.302.365
14	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
15	36.340.223	5.739.683	6.000.000		24.600.540	46.069.155	4.766.790	6.000.000		35.302.365
16	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
17	36.340.223	5.739.683	6.000.000		24.600.540	46.069.155	4.766.790	6.000.000		35.302.365
18	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
19	36.340.223	5.739.683	6.000.000		24.600.540	46.069.155	4.766.790	6.000.000		35.302.365
20	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
21	36.340.223	5.739.683	6.000.000		24.600.540	46.069.155	4.766.790	6.000.000		35.302.365
22	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
23	36.340.223	5.739.683	6.000.000		24.600.540	46.069.155	4.766.790	6.000.000		35.302.365
24	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
25	36.340.223	5.739.683	6.000.000		24.600.540	46.069.155	4.766.790	6.000.000		35.302.365
26	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
27	36.340.223	5.739.683	6.000.000		24.600.540	46.069.155	4.766.790	6.000.000		35.302.365
28	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318
29	36.340.223	5.739.683	6.000.000		24.600.540	46.069.155	4.766.790	6.000.000		35.302.365
30	9.860.827	907.923	320.000		8.632.904	10.955.749	798.431	320.000		9.837.318

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-15 Resumen de Flujos Situación Futura ($) Sector Huenchullami 3

Años	Situación Futura o Con Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Futura o Con Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	14.804.346	1.953.082	800.000		12.051.264	17.931.755	1.640.341	800.000		15.491.414
1	20.928.533	2.997.386	2.140.000	466.191	15.324.956	25.862.693	2.503.970	2.140.000	466.191	20.752.532
2	30.114.813	4.563.843	4.150.000	466.191	20.934.779	37.759.100	3.799.415	4.150.000	466.191	29.343.494
3	45.425.279	7.174.604	7.500.000	466.191	30.284.484	57.586.445	5.958.488	7.500.000	466.191	43.661.766
4	15.881.674	2.028.395	800.000	466.191	12.587.088	19.087.202	1.707.842	800.000	466.191	16.113.169
5	45.425.279	7.174.604	7.500.000		30.750.675	57.586.445	5.958.488	7.500.000		44.127.957
6	16.689.670	2.084.879	800.000		13.804.791	19.953.788	1.758.467	800.000		17.395.321
7	45.425.279	7.174.604	7.500.000		30.750.675	57.586.445	5.958.488	7.500.000		44.127.957
8	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
9	45.425.279	7.174.604	7.500.000		30.750.675	57.586.445	5.958.488	7.500.000		44.127.957
10	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
11	45.425.279	7.174.604	7.500.000		30.750.675	57.586.445	5.958.488	7.500.000		44.127.957
12	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
13	45.425.279	7.174.604	7.500.000		30.750.675	57.586.445	5.958.488	7.500.000		44.127.957
14	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
15	45.425.279	7.174.604	7.500.000		30.750.675	57.586.445	5.958.488	7.500.000		44.127.957
16	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
17	45.425.279	7.174.604	7.500.000		30.750.675	57.586.445	5.958.488	7.500.000		44.127.957
18	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
19	45.425.279	7.174.604	7.500.000		30.750.675	57.586.445	5.958.488	7.500.000		44.127.957
20	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
21	45.425.279	7.174.604	7.500.000		30.750.675	57.586.445	5.958.488	7.500.000		44.127.957
22	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
23	45.425.279	7.174.604	7.500.000		30.750.675	57.586.445	5.958.488	7.500.000		44.127.957
24	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
25	45.425.279	7.174.604	7.500.000		30.750.675	57.586.445	5.958.488	7.500.000		44.127.957
26	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
27	45.425.279	7.174.604	7.500.000		30.750.675	57.586.445	5.958.488	7.500.000		44.127.957
28	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280
29	45.425.279	7.174.604	7.500.000		30.750.675	57.586.445	5.958.488	7.500.000		44.127.957
30	17.497.666	2.141.364	800.000		14.556.302	20.820.373	1.809.093	800.000		18.211.280

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-16 Resumen de Flujos Situación Futura ($) Sector Reloca

Años	Situación Futura o Con Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Futura o Con Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	1.685.369	205.840			1.479.529	1.949.495	179.428			1.770.067
1	5.297.498	1.293.672	240.000	233.096	3.530.730	7.153.154	1.108.107	240.000	233.096	5.571.951
2	10.715.691	2.925.420	600.000	233.096	6.957.175	14.958.642	2.501.125	600.000	233.096	11.624.421
3	19.746.013	5.644.999	1.200.000	233.096	12.667.918	27.967.788	4.822.821	1.200.000	233.096	21.711.871
4	19.746.013	5.644.999	1.200.000	233.096	12.667.918	27.967.788	4.822.821	1.200.000	233.096	21.711.871
5	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
6	1.944.784	231.489			1.713.295	2.244.507	201.517			2.042.990
7	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
8	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
9	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
10	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
11	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
12	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
13	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
14	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
15	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
16	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
17	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
18	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
19	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
20	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
21	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
22	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
23	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
24	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958
25	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
26	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
27	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
28	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
29	19.746.013	5.644.999	1.200.000		12.901.014	27.967.788	4.822.821	1.200.000		21.944.967
30	2.055.962	242.481			1.813.481	2.370.941	210.983			2.159.958

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-17 Resumen de Flujos Situación Futura ($) Sector Rahue

Años	Situación Futura o Con Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Futura o Con Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	894.476	122.686	120.000		651.790	955.846	116.549	120.000		719.297
1	2.527.281	384.180	369.000	466.191	1.307.910	3.054.784	331.430	369.000	466.191	1.888.163
2	4.976.489	776.421	742.500	466.191	2.991.377	6.203.192	653.751	742.500	466.191	4.340.750
3	9.058.501	1.430.156	1.365.000	466.191	5.797.154	11.450.538	1.190.952	1.365.000	466.191	8.428.395
4	970.142	137.330	120.000	466.191	246.621	1.102.059	124.138	120.000	466.191	391.730
5	9.058.501	1.430.156	1.365.000		6.263.345	11.450.538	1.190.952	1.365.000		8.894.586
6	1.026.892	148.312	120.000		758.580	1.211.718	129.830	120.000		961.888
7	9.058.501	1.430.156	1.365.000		6.263.345	11.450.538	1.190.952	1.365.000		8.894.586
8	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
9	9.058.501	1.430.156	1.365.000		6.263.345	11.450.538	1.190.952	1.365.000		8.894.586
10	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
11	9.058.501	1.430.156	1.365.000		6.263.345	11.450.538	1.190.952	1.365.000		8.894.586
12	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
13	9.058.501	1.430.156	1.365.000		6.263.345	11.450.538	1.190.952	1.365.000		8.894.586
14	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
15	9.058.501	1.430.156	1.365.000		6.263.345	11.450.538	1.190.952	1.365.000		8.894.586
16	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
17	9.058.501	1.430.156	1.365.000		6.263.345	11.450.538	1.190.952	1.365.000		8.894.586
18	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
19	9.058.501	1.430.156	1.365.000		6.263.345	11.450.538	1.190.952	1.365.000		8.894.586
20	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
21	9.058.501	1.430.156	1.365.000		6.263.345	11.450.538	1.190.952	1.365.000		8.894.586
22	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
23	9.058.501	1.430.156	1.365.000		6.263.345	11.450.538	1.190.952	1.365.000		8.894.586
24	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
25	9.058.501	1.430.156	1.365.000		6.263.345	11.450.538	1.190.952	1.365.000		8.894.586
26	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
27	9.058.501	1.430.156	1.365.000		6.263.345	11.450.538	1.190.952	1.365.000		8.894.586
28	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856
29	9.058.501	1.430.156	1.365.000		6.263.345	11.450.538	1.190.952	1.365.000		8.894.586
30	1.083.642	159.295	120.000		804.347	1.321.378	135.522	120.000		1.065.856

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-18 Resumen de Flujos Situación Futura ($) Sector Chanco

Años	Situación Futura o Con Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Futura o Con Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	2.193.415	218.750	192.000		1.782.665	2.519.409	186.151	192.000		2.141.258
1	3.461.760	439.811	393.600	233.096	2.395.253	4.173.175	368.670	393.600	233.096	3.177.809
2	5.364.278	771.404	696.000	233.096	3.663.778	6.653.823	642.449	696.000	233.096	5.082.278
3	8.535.141	1.324.057	1.200.000	233.096	5.777.988	10.788.237	1.098.747	1.200.000	233.096	8.256.394
4	2.300.217	228.868	192.000	233.096	1.646.253	2.639.653	194.925	192.000	233.096	2.019.632
5	8.535.141	1.324.057	1.200.000		6.011.084	10.788.237	1.098.747	1.200.000		8.489.490
6	2.380.319	236.456	192.000		1.951.863	2.729.835	201.505	192.000		2.336.330
7	8.535.141	1.324.057	1.200.000		6.011.084	10.788.237	1.098.747	1.200.000		8.489.490
8	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
9	8.535.141	1.324.057	1.200.000		6.011.084	10.788.237	1.098.747	1.200.000		8.489.490
10	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
11	8.535.141	1.324.057	1.200.000		6.011.084	10.788.237	1.098.747	1.200.000		8.489.490
12	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
13	8.535.141	1.324.057	1.200.000		6.011.084	10.788.237	1.098.747	1.200.000		8.489.490
14	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
15	8.535.141	1.324.057	1.200.000		6.011.084	10.788.237	1.098.747	1.200.000		8.489.490
16	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
17	8.535.141	1.324.057	1.200.000		6.011.084	10.788.237	1.098.747	1.200.000		8.489.490
18	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
19	8.535.141	1.324.057	1.200.000		6.011.084	10.788.237	1.098.747	1.200.000		8.489.490
20	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
21	8.535.141	1.324.057	1.200.000		6.011.084	10.788.237	1.098.747	1.200.000		8.489.490
22	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
23	8.535.141	1.324.057	1.200.000		6.011.084	10.788.237	1.098.747	1.200.000		8.489.490
24	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
25	8.535.141	1.324.057	1.200.000		6.011.084	10.788.237	1.098.747	1.200.000		8.489.490
26	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
27	8.535.141	1.324.057	1.200.000		6.011.084	10.788.237	1.098.747	1.200.000		8.489.490
28	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933
29	8.535.141	1.324.057	1.200.000		6.011.084	10.788.237	1.098.747	1.200.000		8.489.490
30	2.460.421	244.044	192.000		2.024.377	2.820.018	208.085	192.000		2.419.933

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-19 Resumen de Flujos Situación Futura ($) Sector Pelluhue

Años	Situación Futura o Con Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Futura o Con Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	2.749.965	227.239	144.000		2.378.726	3.017.290	200.507	144.000		2.672.783
1	4.618.539	563.424	469.200	932.382	2.653.533	5.470.097	478.269	469.200	932.382	3.590.246
2	7.421.401	1.067.702	957.000	932.382	4.464.317	9.149.309	894.911	957.000	932.382	6.365.016
3	12.092.837	1.908.164	1.770.000	932.382	7.482.291	15.281.327	1.589.315	1.770.000	932.382	10.989.630
4	2.859.218	240.068	144.000	932.382	1.542.768	3.143.206	211.670	144.000	932.382	1.855.154
5	12.092.837	1.908.164	1.770.000		8.414.673	15.281.327	1.589.315	1.770.000		11.922.012
6	2.941.158	249.690	144.000		2.547.468	3.237.643	220.042	144.000		2.873.601
7	12.092.837	1.908.164	1.770.000		8.414.673	15.281.327	1.589.315	1.770.000		11.922.012
8	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
9	12.092.837	1.908.164	1.770.000		8.414.673	15.281.327	1.589.315	1.770.000		11.922.012
10	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
11	12.092.837	1.908.164	1.770.000		8.414.673	15.281.327	1.589.315	1.770.000		11.922.012
12	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
13	12.092.837	1.908.164	1.770.000		8.414.673	15.281.327	1.589.315	1.770.000		11.922.012
14	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
15	12.092.837	1.908.164	1.770.000		8.414.673	15.281.327	1.589.315	1.770.000		11.922.012
16	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
17	12.092.837	1.908.164	1.770.000		8.414.673	15.281.327	1.589.315	1.770.000		11.922.012
18	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
19	12.092.837	1.908.164	1.770.000		8.414.673	15.281.327	1.589.315	1.770.000		11.922.012
20	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
21	12.092.837	1.908.164	1.770.000		8.414.673	15.281.327	1.589.315	1.770.000		11.922.012
22	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
23	12.092.837	1.908.164	1.770.000		8.414.673	15.281.327	1.589.315	1.770.000		11.922.012
24	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
25	12.092.837	1.908.164	1.770.000		8.414.673	15.281.327	1.589.315	1.770.000		11.922.012
26	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
27	12.092.837	1.908.164	1.770.000		8.414.673	15.281.327	1.589.315	1.770.000		11.922.012
28	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666
29	12.092.837	1.908.164	1.770.000		8.414.673	15.281.327	1.589.315	1.770.000		11.922.012
30	3.023.098	259.312	144.000		2.619.786	3.332.080	228.414	144.000		2.959.666

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-20 Resumen de Flujos Situación Futura ($) Sector Purapel Bajo

Años	Situación Futura o Con Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Futura o Con Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	R. Tecnificado + Habilitación	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	R. Tecnificado + Habilitación	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	367.452	843.699			-476.247	911.516	789.292			122.224
1	29.802.304	4.544.771	9.203.040	1.398.574	14.655.919	35.908.208	3.934.180	9.203.040	1.398.574	21.372.414
2	73.954.583	10.096.380	23.007.600	1.398.574	39.452.029	88.403.247	8.651.513	23.007.600	1.398.574	55.345.560
3	147.541.714	19.349.061	30.357.600	1.398.574	96.436.479	175.894.978	16.513.734	30.357.600	1.398.574	127.625.070
4	648.942	954.473		1.398.574	-1.704.105	1.321.633	887.204		1.398.574	-964.145
5	147.541.714	19.349.061	30.357.600		97.835.053	175.894.978	16.513.734	30.357.600		129.023.644
6	860.059	1.037.554			-177.495	1.629.220	960.637			668.583
7	147.541.714	19.349.061	30.357.600		97.835.053	175.894.978	16.513.734	30.357.600		129.023.644
8	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
9	147.541.714	19.349.061	30.357.600		97.835.053	175.894.978	16.513.734	30.357.600		129.023.644
10	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
11	147.541.714	19.349.061	30.357.600		97.835.053	175.894.978	16.513.734	30.357.600		129.023.644
12	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
13	147.541.714	19.349.061	30.357.600		97.835.053	175.894.978	16.513.734	30.357.600		129.023.644
14	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
15	147.541.714	19.349.061	30.357.600		97.835.053	175.894.978	16.513.734	30.357.600		129.023.644
16	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
17	147.541.714	19.349.061	30.357.600		97.835.053	175.894.978	16.513.734	30.357.600		129.023.644
18	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
19	147.541.714	19.349.061	30.357.600		97.835.053	175.894.978	16.513.734	30.357.600		129.023.644
20	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
21	147.541.714	19.349.061	30.357.600		97.835.053	175.894.978	16.513.734	30.357.600		129.023.644
22	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
23	147.541.714	19.349.061	30.357.600		97.835.053	175.894.978	16.513.734	30.357.600		129.023.644
24	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
25	147.541.714	19.349.061	30.357.600		97.835.053	175.894.978	16.513.734	30.357.600		129.023.644
26	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
27	147.541.714	19.349.061	30.357.600		97.835.053	175.894.978	16.513.734	30.357.600		129.023.644
28	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737
29	147.541.714	19.349.061	30.357.600		97.835.053	175.894.978	16.513.734	30.357.600		129.023.644
30	1.071.176	1.120.634			-49.458	1.936.808	1.034.071			902.737

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.4.4-21 Resumen de Flujos Situación Futura ($) Sector El Valle

Años	Situación Futura o Con Proyecto Precio Mercado ($)					Situación Futura o Con Proyecto Precio Social ($)				
	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto	Margen Bruto	Gastos Indirectos	Riego Tecnificado	Asistencia Tecnica	Margen Neto
0	7.013.973	2.514.603			4.499.370	11.562.981	2.059.702			9.503.279
1	7.230.435	2.556.259	42.613	351.209	4.280.354	11.783.870	2.100.915	23.713	351.209	9.308.032
2	7.474.833	2.601.026	68.734	351.209	4.453.865	12.036.438	2.144.865	59.284	351.209	9.481.080
3	7.775.105	2.652.016	118.567	351.209	4.653.313	12.352.365	2.194.290	118.567	351.209	9.688.299
4	7.659.217	2.656.975		351.209	4.651.033	12.195.933	2.203.303		351.209	9.641.421
5	8.096.283	2.722.884	24.067		5.349.333	12.667.424	2.265.769	24.067		10.377.588
6	8.143.151	2.763.753			5.379.398	12.670.646	2.311.003			10.359.643
7	8.738.638	2.864.617	24.067		5.849.954	13.297.541	2.408.727	24.067		10.864.747
8	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
9	8.899.227	2.900.051	24.067		5.975.109	13.455.070	2.444.466	24.067		10.986.537
10	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
11	8.899.227	2.900.051	24.067		5.975.109	13.455.070	2.444.466	24.067		10.986.537
12	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
13	8.899.227	2.900.051	24.067		5.975.109	13.455.070	2.444.466	24.067		10.986.537
14	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
15	8.899.227	2.900.051	24.067		5.975.109	13.455.070	2.444.466	24.067		10.986.537
16	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
17	8.899.227	2.900.051	24.067		5.975.109	13.455.070	2.444.466	24.067		10.986.537
18	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
19	8.899.227	2.900.051	24.067		5.975.109	13.455.070	2.444.466	24.067		10.986.537
20	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
21	8.899.227	2.900.051	24.067		5.975.109	13.455.070	2.444.466	24.067		10.986.537
22	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
23	8.899.227	2.900.051	24.067		5.975.109	13.455.070	2.444.466	24.067		10.986.537
24	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
25	8.899.227	2.900.051	24.067		5.975.109	13.455.070	2.444.466	24.067		10.986.537
26	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
27	8.899.227	2.900.051	24.067		5.975.109	13.455.070	2.444.466	24.067		10.986.537
28	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656
29	8.899.227	2.900.051	24.067		5.975.109	13.455.070	2.444.466	24.067		10.986.537
30	8.627.084	2.870.532			5.756.552	13.145.360	2.418.704			10.726.656

Fuente: Elaboración propia.

14 COSTOS Y BENEFICIOS DE LOS PROYECTOS

De acuerdo a lo señalado en el documento “Metodología General de Preparación y Evaluación de Proyectos”, Ministerio de Desarrollo Social, 2013:

La evaluación tiene por objetivo establecer la conveniencia técnico-económica de ejecutar cada uno de los proyectos. Para la evaluación de un proyecto se puede adoptar un enfoque costo-beneficio o un enfoque costo eficiencia, dependiendo si es posible cuantificar y/o valorar los beneficios del proyecto.

*En un enfoque costo beneficio, el objetivo de la evaluación es determinar si los **beneficios** que se obtienen son mayores que los **costos** involucrados. Para ello, es necesario identificar, medir y valorar los costos y beneficios del proyecto.*

*Los **beneficios** que genera un proyecto dependerán de la naturaleza de éste; entre ellos pueden estar:*

a) Aumento del consumo de un bien o servicio: este beneficio se presenta cuando el proyecto aumenta la oferta disponible y por lo tanto provoca una disminución en el costo para el consumidor, provocando un aumento en la cantidad consumida.

b) Ahorro de costos: se produce cuando el proyecto permite una disminución en los costos (ya sea de operación, de mantención, costo usuario, entre otros) con respecto a la situación sin proyecto.

c) Revalorización de bienes: se produce cuando el proyecto permite aumentar el valor patrimonial de algún bien, ya sea por intervención directa o por los efectos provocados en el entorno inmediato.

d) Reducción de Riesgos: cuando el proyecto aumenta los niveles de seguridad de un determinado servicio.

e) Mejoras en el medio ambiente: intervenciones que permiten recuperar espacios y recursos naturales.

f) Seguridad nacional: cuando el proyecto está enfocado a resguardar la soberanía, los límites territoriales, etc.

En el caso de los proyectos de recarga artificial de acuíferos que están siendo evaluados, los beneficios esperados corresponden a: aumento en los márgenes agrícolas por aumento en los rendimientos, por incorporación de nuevos rubros o por reemplazo de cultivos o frutales por otros más rentables, todo esto gracias a la mayor disponibilidad de agua para riego.

La cuantificación de los beneficios consiste en asignar unidades de medida apropiadas a los beneficios identificados.

La valoración de los beneficios implica asignar un valor monetario a los beneficios identificados y cuantificados previamente en este trabajo. Esto puede realizarse

aplicando precios de mercado (sin IVA), en aquellos casos donde no se presentan distorsiones como impuestos o subsidios; o también, aplicando precios sociales calculados por el Ministerio de Desarrollo Social. En algunos casos, se deberá realizar una estimación específica para poder valorar los beneficios.

*En cuanto a los costos, constituyen **costos del proyecto** todos aquellos recursos utilizados para su materialización, en las etapas de diseño, ejecución y operación. Entre los costos de inversión se pueden tener:*

- Estudios y Diseños

- Compra de materiales e insumos

- Pago de salarios (trabajadores de la etapa de ejecución)

- Adquisición de maquinaria y equipos

- Supervisión y asesorías a la etapa de inversión

- Terrenos

Cabe señalar que el terreno debe considerarse como costo del proyecto, aún cuando éste sea de propiedad de la institución ejecutora y/o financiera; esto en virtud de que existe un costo alternativo para ese terreno, el cual podría ser destinado a otros usos.

*Por otra parte, durante la etapa de operación del proyecto se deberá utilizar recursos para su funcionamiento período a período. Estos recursos constituyen los **costos** de operación y mantención, y entre ellos se encuentran los siguientes:*

- Sueldos y salarios personal contratado

- Servicios Básicos (luz, agua, teléfono, etc.)

- Materiales e insumos

- Repuestos

*También deberán considerarse los **costos** de conservación, esto es, los costos de aquellas acciones destinadas a recuperar la calidad y estándares de maquinarias o infraestructura de tal forma de mantener la vida útil considerada inicialmente. Estos costos no siempre se incurren año a año, dependerá del plan de conservación definido por el fabricante y/o la institución ejecutora.*

En el caso particular de los proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos, considerando que los estudios preliminares y los diseños son financiados a través de estudios de los organismos públicos (CNR, DOH), los costos totales de cada proyecto, si tuviesen que ser abordados íntegramente por los privados, serían:

a. Costo de los terrenos donde se emplazarán las obras.
b. Costo de construcción de las obras (incluye equipos de monitoreo y control).

c. Costo de administración y operación de las obras.
d. Costo de manutención de las obras.
e. Costo de reposición de equipos.
f. Costo de mitigación, reparación o compensación de impactos ambientales.
g. Costo de construcción y habilitación de las captaciones necesarias para extraer los caudales recargados.
h. Costo de operación de dichas captaciones

En el caso que sea el estado quien construya y administre el proyecto, los dos últimos costos del listado anterior, es decir, el costo asociado a la construcción y habilitación de las captaciones para extraer las aguas infiltradas (g.), y el costo de operación de las mismas (h.), deberán ser asumido por los beneficiarios.

Se entiende que en el presente trabajo interesa conocer la rentabilidad privada y social que tendría la construcción de las obras, por lo que se ha realizado las evaluaciones considerando todos los costos señalados.

Aclarado lo anterior, se detallan a continuación los costos y beneficios asociados a los proyectos, para posteriormente realizar las evaluaciones económicas de cada uno de ellos.

14.1 Costos de los Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos

14.1.1 Costo de los Terrenos donde se Emplazarán las Obras

Para estimar el costo de los terrenos donde se emplazarán las obras se ha seguido el siguiente procedimiento:

- Se ha determinado las superficies dentro de cada área de proyecto, asociadas a los diferentes roles de extracto agrícola, a partir de la información de propiedades de CIREN.
- Se ha determinado los valores unitarios ($/ha) de los diferentes predios en el área de proyecto a partir de las superficies totales de cada uno de ellos (información de propiedades de CIREN) y del avalúo fiscal (información del SII).
- Se ha determinado las superficies requeridas por cada proyecto para emplazar las obras, considerando la superficie de las piscinas de infiltración y de las zanjas, más una franja perimetral para instalación de cercos (1 m) y para camino de servicio (6 m).
- Se considera también en las superficies requeridas, una franja de 3 m de ancho para el emplazamiento de las aducciones.
- Las superficies requeridas para emplazar las obras de infiltración, en hectáreas, se han aproximado al entero superior para efectos de valorización.
- Se ha considerado como valor de mercado de la tierra en cada sector, el valor unitario más alto de la tasación fiscal de los predios que forman el área de

proyecto, amplificado en un 25%. Esto considerando lo observado en otros sectores agrícolas de la zona central del país.

A continuación se indican las superficies asociadas a las obras de recarga y aducciones de cada proyecto, con estimación del costo en cada caso, a partir del procedimiento descrito.

Tabla 14.1.1-1
Superficies y Costos Estimados de los Terrenos
Requeridos para el Emplazamiento de las Obras, por Proyecto

Nº	Proyecto	Comuna	Nº Predios	Superficie Total Requerida	P.U. Adoptado	Costo Terreno Obras Infiltración	Costo Terreno Aducción	**Costo Total**
				(ha)	($/ha)	($)	($)	**($)**
1	Los Cuervos	Licantén	4	2,3	1.058.241	2.116.482	316.520	**2.433.002**
2	Huenchullamí 3	Curepto	2	1,8	846.616	846.616	663.663	**1.510.279**
3	Huenchullamí 2	Constitución	VP	1,4	846.616	846.616	319.513	**1.166.129**
4	Huenchullamí 1	Constitución	VP	1,3	649.207	649.207	170.417	**819.624**
5	El Valle	San Javier	3	1,3	1.051.401	1.051.401	315.105	**1.366.506**
6	Reloca	Chanco	1	2,2	760.987	1.521.974	189.714	**1.711.688**
7	Purapel	San Javier	6	1,4	280.371	280.371	106.821	**387.193**
8	Chanco	Chanco	1	2,2	846.827	846.827	1.006.030	**1.852.857**
9	Rahue	Chanco	2	3,4	1.622.728	3.245.456	2.236.931	**5.482.387**
10	Pelluhue	Pelluhue	4	1,4	2.551.017	2.551.017	1.121.937	**3.672.955**

VP: Varios Predios
Fuente: Elaboración propia.

14.1.2 Costo de Construcción de las Obras (incluye equipos de monitoreo y control)

Previamente, se determinaron los costos de construcción de las obras para cada proyecto, incluyendo equipos de monitoreo y control requeridos en cada caso.

Las principales partidas que considera el costo de construcción de las obras son: Preparación del Terreno, Obra de Toma, Obras de Protección, Obras de Conducción, Obras de Aforo, Obras de Recarga (Zanjas o piscinas), Obras de Monitoreo y Control.

A continuación, en la Tabla 14.1.2-1 siguiente se presenta el resumen de los costos netos de construcción de las obras, pues para la evaluación se consideran los valores sin IVA.

Tabla 14.1.2-1
Costo Neto de Construcción Obras de Recarga, Monitoreo y Control, por Proyecto

Nº	Proyecto	Tipo de Obra	**Costo Neto**	IVA	Costo Total
			(Mill. $)	(Mill $)	(Mill $)
1	Los Cuervos	Zanjas	**387,30**	73,59	460,89
2	Huenchullamí 3	Zanjas	**246,35**	46,81	293,16
3	Huenchullamí 2	Zanjas	**253,54**	48,17	301,72
4	Huenchullamí 1	Zanjas	**109,48**	20,80	130,29
5	El Valle	Piscina	**145,63**	27,67	173,30
6	Reloca	Zanjas	**269,11**	51,13	320,24
7	Purapel	Piscina	**160,38**	30,47	190,85
8	Chanco	Piscina	**250,76**	47,64	298,40
9	Rahue	Zanjas	**517,76**	98,37	616,14
10	Pelluhue	Zanjas	**252,80**	48,03	300,84

Fuente: Elaboración propia.

14.1.3 Costo de Administración y Operación de las Obras

Una vez construidas las obras de recarga artificial de acuíferos, se requiere una adecuada administración operación de ellas para lograr el objetivo de captar los sobrantes de invierno, conducirlos hasta las obras de recarga e infiltrarlos hacia la napa, para su posterior aprovechamiento por parte de los beneficiarios en la temporada de riego.

El costo de administración anual de cada proyecto considera la supervisión por parte de un profesional o técnico, jornada parcial, durante el período de invierno (6 meses) para verificar que el sistema se mantenga de acuerdo a los estándares de operación, se programen y realicen oportunamente las labores de mantención e incluye también la toma de datos y registro de los monitoreos periódicos de caudal afluente, nivel en lagunas (o zanja), niveles freáticos en los piezómetros y volúmenes (o caudales) de extracción en los pozos del área de influencia de la obra, de los beneficiarios y de terceros, si es factible.

En la Tabla 14.1.3-1 siguiente se presenta el detalle de los costos estimados que tendría la administración y operación de las obras, para cada proyecto, a precio privado (luego en las tablas de la evaluación económica, a precios sociales, se aplica el factor para ajustar dichos valores privados a sociales).

Tabla 14.1.3-1
Costo de Administración y Operación de las Obras de Recarga, Monitoreo y Control, por Proyecto (Valores Anuales)

Nº	Proyecto	Costos Anuales Parciales			**Costo Anual**
		Administrador	Arr. Vehículo	Viático	
		(Mill $)	(Mill $)	(Mill $)	**(Mill $)**
1	Los Cuervos	3,00	1,80	1,08	**5,88**
2	Huenchullamí 3	3,00	1,80	1,08	**5,88**
3	Huenchullamí 2	3,00	1,80	1,08	**5,88**
4	Huenchullamí 1	3,00	1,80	1,08	**5,88**
5	El Valle	3,00	1,80	1,08	**5,88**
6	Reloca	3,00	1,80	1,08	**5,88**
7	Purapel	3,00	1,80	1,08	**5,88**
8	Chanco	3,00	1,80	1,08	**5,88**
9	Rahue	3,00	1,80	1,08	**5,88**
10	Pelluhue	3,00	1,80	1,08	**5,88**

Fuente: Elaboración propia.

El alcance de cada uno de los costos incluidos en la Tabla anterior es el siguiente:

Administrador: Técnico o profesional, con una dedicación parcial de 1,5 días por semana, durante la temporada de invierno (6 meses por año), lo que se ha valorizado a $500.000 por mes.

Arriendo de vehículo: Corresponde a arriendo de camioneta, por un período promedio de 6 días por mes, a un valor de $50.000 por día, es decir, $300.000 por mes, por seis meses al año.

Viático: Corresponde a un monto diario destinado principalmente a gastos de combustible y alimentación por parte del administrador. Se ha estimado en $30.000 diarios, por 6 días por mes, es decir, $180.000 por mes, por seis meses al año.

14.1.4 Costo de Manutención de las Obras y Equipos de Monitoreo y Control

Los costos de mantención anual contemplan la ejecución de las labores de limpieza y remoción de sedimentos en las instalaciones (decantador y zanja o piscina de infiltración). Estas labores de limpieza serán ejecutadas utilizando maquinaria semi pesada, con frecuencia variable en función de los requerimientos, pero al menos una vez al año, de forma de retirar los sedimentos que se hayan acumulado por efecto del proceso de recarga y para devolver a las obras la capacidad de infiltración que se irá perdiendo con el uso.

Se contempla además la mantención necesaria para asegurar el buen funcionamiento de los equipos de monitoreo y control (compuerta, aforador Parshall, datalogger, regletas).

Para efectos de la evaluación, de proyectos a nivel de perfil, se ha estimado que los costos de mantención anual de las obras corresponden a un 2% del costo neto de construcción de las mismas, estimación realizada en base a la experiencia del consultor en evaluaciones económicas de estudios anteriores en proyectos de prefactibilidad.

En la Tabla 14.1.4-1 se presentan los costos de manutención anual estimados para cada proyecto.

Tabla 14.1.4-1
Costos de Manutención Anual Estimados por Proyecto

Nº	Proyecto	Tipo de Obra	**Costo Estimado Manutención Anual**
			(Mill. $)
1	Los Cuervos	Zanjas	**7,75**
2	Huenchullamí 3	Zanjas	**4,93**
3	Huenchullamí 2	Zanjas	**5,07**
4	Huenchullamí 1	Zanjas	**2,19**
5	El Valle	Piscina	**2,91**
6	Reloca	Zanjas	**5,38**
7	Purapel	Piscina	**3,21**
8	Chanco	Piscina	**5,02**
9	Rahue	Zanjas	**10,36**
10	Pelluhue	Zanjas	**5,06**

Fuente: Elaboración propia.

14.1.5 Costo de Reposición de Equipos

En cualquier proyecto que utilice equipos mecánicos o algún tipo de instrumentación, se debe evaluar la necesidad de reemplazarlos durante el plazo de previsión considerado, en función de la vida útil asociada a cada uno de ellos, de la experiencia previa y de las recomendaciones de los fabricantes. Todo esto con el objetivo de minimizar los riesgos de mal funcionamiento de ellos y evitar así eventuales limitaciones para alcanzar los objetivos de cada proyecto.

En el caso específico de los proyectos de recarga artificial, los equipos o partes mecánicas utilizados que podrían requerir reemplazo son: compuerta, aforador Parshall, regleta para control de nivel, datalogger, totalizador volumétrico o flujómetro para control de extracciones desde pozo. Se ha estimado que para las condiciones de uso y mantención que se proyecta tendrán los sistemas de recarga, que funcionarán parcialmente durante la temporada de invierno de cada año, no se requerirá su reemplazo, por lo que no habrá costo por reposición de equipos.

14.1.6 Costo de Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales

Como parte del análisis ambiental, se determinó que por el tipo, magnitud y ubicación de las obras considerada en los proyectos, éstos no están obligados a ingresar al SEIA. No obstante lo señalado, se propuso, para dos de ellos (Chanco y Rahue) su ingreso voluntario vía DIA, en atención a que se ubican relativamente cercanos a la Reserva Nacional Federico Albert.

A consecuencia de lo anterior, es decir, que los proyectos no están obligados a ingrsar al SEIA, los costos que se indican en este capítulo, asociados a estudios complementarios y medidas de mitigación, compensación y/o reparación para cada proyecto, deben ser considerados solo como información de referencia, salvo en los dos proyectos que ingresarían voluntariamente la SEIA, proyectos en los que se incluirán dichos costos en las evaluaciones económicas.

A continuación se indican los principales requerimientos en cuanto a estudios ambientales complementarios y medidas recomendadas para minimizar los impactos ambientales de los proyectos, estas medidas fueron definidas como resultado del análisis ambiental e incluyen planes de rescate y relocalización y el posterior seguimiento de ellos, tanto para fauna terrestre como acuática.

Los estudios complementarios a realizar en los proyectos han sido valorizados por el grupo especialista ambiental y sus costos son los que se indica en la Tabla 14.1.6-1.

Tabla 14.1.6-1:
Costos de Complementar Líneas de Base de Medio Biótico en Etapa de Diseño

ESTUDIO	COSTO (UF)
Estudios complementarios de Flora y Vegetación Terrestre	263
Estudios complementarios de Microflora Terrestre	334
Estudios complementarios de Fauna Terrestre	607
Estudios complementarios de Flora y Fauna Acuática	515
TOTAL	1.719

El costo total resultante corresponde al estudio general para los 10 proyectos, por lo que el valor proporcional por proyecto resulta del orden de las 172 UF. Sin embargo, al desarrollarse en forma individual se pierden las economías de escala, por lo que el costo unitario se ha estimado en 345 UF.

Además, en el Plan de Manejo Ambiental, se propone lo siguiente:

- Especificaciones Ambientales Especiales (para los proyectos que se indica)

Plan para Flora y Vegetación Terrestre (Para proyectos Chanco y Rahue, valor estimado)	80 UF
Plan de Rescate y Relocalización de Fauna Terrestre (Para proyectos Los Cuervos, El Valle y Reloca)	252 UF
Seguimiento de Rescate y Reloc. de Fauna Terrestre (Para proyectos Los Cuervos, El Valle y Reloca)	429 UF
Campaña Complementaria de Flora y Fauna Acuática (Para todos los Proyectos)	382 UF
Plan de Rescate y Relocalización de Fauna Acuática (Para proyectos Huenchullamí 3 ,2 y 1)	94 UF
Plan de Monitoreo y Seguimiento de Fauna Acuática (Para proyectos Huenchullamí 3 ,2 y 1)	368 UF

En la Tabla 14.1.6-2 se presenta el resumen de los costos señalados, por proyecto.

Tabla 14.1.6-2
Especificaciones Ambientales Especiales del Plan de Manejo Ambiental

Proyecto	Estudios	Flora y Veget.	Rescat y Reloc.	Seguim. Al R y R	Camp. Complem.	Resc. Y Reloc.	Seguim al R y R	TOTAL	TOTAL **
	Complement. *	Terrestre	Fauna Terr.	Fauna Terr.	Fl y Fau Acuat.	Fau Acuat.	Fauna Acuat.		
	(UF)	(UF)	(UF)	(UF)	(UF)	(UF)	(UF)	(UF)	($)
Los Cuervos	345		252	429	382			1.408	33.331.021
Huench 3	345				382	94	368	1.189	28.146.721
Huench 2	345				382	94	368	1.189	28.146.721
Huench 1	345				382	94	368	1.189	28.146.721
El Valle	345		252	429	382			1.408	33.331.021
Reloca	345		252	429	382			1.408	33.331.021
Purapel	345				382			727	17.209.980
Chanco	345	80			382			807	19.103.788
Rahue	345	80			382			807	19.103.788
Pelluhue	345				382			727	17.209.980

(*): Corresponden a los valores determinados a partir de la Tabla 2.1.6-1 y párrafo posterior.
(**): La transformación a $ se ha realizado considerando el valor de la UF del 14 de Abril de 2014 ($23.672,60).

La suma total de los costos se aplica antes y durante la construcción (año 0) y los seguimientos de rescate y localización se aplican adicionalmente según se indica:

- de fauna terrestre: durante la construcción, trimestral y durante la operación, semestral, por tres años,
- de fauna acuática: durante la construcción, trimestral y durante la operación, semestral, por tres años.

Tabla 14.1.6-3
Costo de Implementar las Especificaciones Ambientales Especiales,
Durante la Construcción y Operación de los Proyectos (UF)

Proyecto	*Costo Base*	Especificaciones Ambientales Durante Construcción (*)				TOTAL UF	TOTAL ($)
	UF	Año cero	Año1	Año2	Año3		
Los Cuervos	*1.408*	1.837	858	858	858	4.411	104.419.839
Huenchullamí 3	*1.189*	1.557	736	736	736	3.765	89.127.339
Huenchullamí 2	*1.189*	1.557	736	736	736	3.765	89.127.339
Huenchullamí 1	*1.189*	1.557	736	736	736	3.765	89.127.339
El Valle	*1.408*	1.837	858	858	858	4.411	104.419.839
Reloca	*1.408*	1.837	858	858	858	4.411	104.419.839
Purapel	*727*	727	0	0	0	727	17.209.980
Chanco	*807*	807	0	0	0	807	19.103.788
Rahue	*807*	807	0	0	0	807	19.103.788
Pelluhue	*727*	727	0	0	0	727	17.209.980

(*): Considerando las frecuencias de muestreo durante la construcción (trimestral) y durante los 3 primeros años de operación (semestral).
(**): La transformación a $ se ha realizado considerando el valor de la UF del 14 de Abril de 2014. ($23.672,60)
Fuente: elaboración propia.

14.2 Beneficios de los Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos

Considerando los criterios planteados en el capítulo de Evaluación Agroeconómica, se determinaron los flujos de márgenes netos correspondientes a la situación actual y futura o con proyecto para los Predios que conforman cada área de proyecto.

Cabe recordar que las situaciones señaladas en el párrafo anterior (situaciones agrícola actual y futura) pueden describirse resumidamente como sigue:

Situación Actual: en la mayoría de los sectores el conocimiento del riego ya existe, si bien carecen de infraestructura adecuada para el riego, los agricultores se las arreglan mediante extracciones directas de ríos o esteros a través del uso de motobombas o de la obtención de recursos subterráneos, principalmente de pozos noria.

En relación al tamaño predial, en general la totalidad de las propiedades se encuentran bajo las 12 HRB, por lo que todos son afectos a los beneficios de INDAP. En cuanto a los márgenes, en aquellos sectores donde actualmente es factible regar parte de la superficie, los márgenes brutos son notoriamente superiores a las áreas netamente de secano. Visualizar tal relación es factible al comparar el sector de Purapel Bajo, prácticamente sin ningún riego, con el resto de los sectores, que pueden regar al menos parcialmente algunas superficies.

Situación Futura: La situación futura o con proyecto corresponde al mejoramiento de las condiciones actuales que enfrenta el área en estudio por medio de la ejecución y construcción de obras civiles, que en este caso específico se producen por la construcción de piscinas y zanjas de infiltración que permiten la recarga artificial de las napas para ser utilizadas posteriormente en la época de riego.

El área de estudio cuenta con recursos de suelo y clima, particularmente apropiados para una agricultura basada principalmente en la explotación de hortalizas y chacras.

Para potenciar una adecuada utilización de los recursos disponibles, es necesario previamente mejorar la seguridad de riego, permitiendo de esta forma satisfacer los requerimientos hídricos de las diversas especies asignadas en el área de estudio.

Se debe señalar que los recursos de agua adicionales que se generan con el proceso de infiltración, no permiten el incremento de especies multianuales o frutales, por ser recursos que deben ser ocupados en un período corto de meses, insuficiente para satisfacer la temporada completa de riego de estos rubros. Según lo anterior, sólo se puede incrementar la superficie de chacras y hortalizas, tales como papa, poroto grano seco, poroto verde, poroto granado, choclo, lechuga, sandía y melón que cumplen su desarrollo productivo en forma completa dentro del período en que están disponibles los recursos hídricos originados por infiltración.

Las disponibilidades de agua en cada sector fueron determinadas en etapas previas del estudio y son las siguientes:

Tabla 14.1.6-4
Disponibilidad de Agua por Sector

Proyecto	Tipo de Caudal	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.
Los Cuervos	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,103	0,296	0,568	0,802	0,586
	(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,117	0,232
Huenchullamí 3	(=) Disponib. Efectiva 50%	3,257	5,404	11,272	10,389	9,362
	(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	1,127
Huenchullamí 2	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,164	0,267	0,550	0,559	0,458
	(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,062
Huenchullamí 1	(=) Disponib. Efectiva 50%	2,687	4,476	9,364	8,628	7,773
	(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,913
El Valle	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,033	0,082	0,150	0,194	0,133
	(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,015	0,036
Reloca	(=) Disponib. Efectiva 50%	1,680	3,978	6,791	7,000	4,395
	(=) Disponib. Efectiva 85%	0,086	0,548	0,200	1,529	1,828
Purapel	(=) Disponib. Efectiva 50%	1,107	3,832	7,385	9,713	5,388
	(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,081	1,318
Chanco	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,123	1,025	1,502	1,217	0,910
	(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,017	0,342	0,438
Rahue	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,123	1,025	1,502	1,217	0,910
	(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,017	0,342	0,438
Pelluhue	(=) Disponib. Efectiva 50%	0,000	0,612	0,931	0,568	0,406
	(=) Disponib. Efectiva 85%	0,000	0,000	0,000	0,109	0,160

Fuente: Elaboración propia.

Los flujos para las situaciones actual y futura, a precios de mercado y social, se presentan en el Anexo 22.

En las Tablas 14.2-1 a la 14.2-10 se presenta el resumen de flujos a precios de mercado y social para las situaciones actual y futura de cada uno de los 10 proyectos evaluados. En la evaluación se consideran valores sin IVA.

Tabla 14.2-1
Márgenes Netos de Situaciones Actual y Futura, a Precios de Mercado y Sociales
Proyecto Los Cuervos - Valores en ($)

Año	Precios de Mercado		Precios Sociales	
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto
0	10.542.376	10.542.376	14.052.469	14.052.469
1	10.305.983	10.409.988	13.853.598	14.007.015
2	10.535.780	10.806.099	14.120.917	14.515.004
3	10.765.578	11.315.026	14.388.237	15.185.696
4	10.995.376	10.989.475	14.655.557	14.649.656
5	11.225.173	12.240.896	14.922.876	16.185.659
6	11.684.768	12.150.959	15.457.515	15.923.706
7	12.144.363	13.148.451	15.992.154	17.241.402
8	12.374.161	12.840.352	16.259.474	16.725.665
9	12.840.352	13.375.340	16.725.665	17.505.338
10	12.840.352	12.840.352	16.725.665	16.725.665
11	12.840.352	13.375.340	16.725.665	17.505.338
12	12.840.352	12.840.352	16.725.665	16.725.665
13	12.840.352	13.375.340	16.725.665	17.505.338
14	12.840.352	12.840.352	16.725.665	16.725.665
15	12.840.352	13.375.340	16.725.665	17.505.338
16	12.840.352	12.840.352	16.725.665	16.725.665
17	12.840.352	13.375.340	16.725.665	17.505.338
18	12.840.352	12.840.352	16.725.665	16.725.665
19	12.840.352	13.375.340	16.725.665	17.505.338
20	12.840.352	12.840.352	16.725.665	16.725.665
21	12.840.352	13.375.340	16.725.665	17.505.338
22	12.840.352	12.840.352	16.725.665	16.725.665
23	12.840.352	13.375.340	16.725.665	17.505.338
24	12.840.352	12.840.352	16.725.665	16.725.665
25	12.840.352	13.375.340	16.725.665	17.505.338
26	12.840.352	12.840.352	16.725.665	16.725.665
27	12.840.352	13.375.340	16.725.665	17.505.338
28	12.840.352	12.840.352	16.725.665	16.725.665
29	12.840.352	13.375.340	16.725.665	17.505.338
30	12.840.352	12.840.352	16.725.665	16.725.665

Se han corregido los valores de los márgenes netos para la situación con proyecto, según el área efectivamente posible de beneficiar.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14.2-2
Márgenes Netos de Situaciones Actual y Futura, a Precios de Mercado y Sociales
Proyecto Huenchullamí 3 - Valores en ($)

Año	Precios de Mercado		Precios Sociales	
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto
0	12.051.264	12.051.264	15.491.414	15.491.414
1	12.068.672	15.324.956	15.530.305	20.752.532
2	12.319.176	20.934.779	15.802.292	29.343.494
3	12.569.679	30.284.484	16.074.277	43.661.766
4	12.820.183	12.587.088	16.346.264	16.113.169
5	13.070.687	30.750.675	16.618.251	44.127.957
6	13.571.695	13.804.791	17.162.225	17.395.321
7	14.072.702	30.750.675	17.706.197	44.127.957
8	14.323.206	14.556.302	17.978.184	18.211.280
9	14.556.302	30.750.675	18.211.280	44.127.957
10	14.556.302	14.556.302	18.211.280	18.211.280
11	14.556.302	30.750.675	18.211.280	44.127.957
12	14.556.302	14.556.302	18.211.280	18.211.280
13	14.556.302	30.750.675	18.211.280	44.127.957
14	14.556.302	14.556.302	18.211.280	18.211.280
15	14.556.302	30.750.675	18.211.280	44.127.957
16	14.556.302	14.556.302	18.211.280	18.211.280
17	14.556.302	30.750.675	18.211.280	44.127.957
18	14.556.302	14.556.302	18.211.280	18.211.280
19	14.556.302	30.750.675	18.211.280	44.127.957
20	14.556.302	14.556.302	18.211.280	18.211.280
21	14.556.302	30.750.675	18.211.280	44.127.957
22	14.556.302	14.556.302	18.211.280	18.211.280
23	14.556.302	30.750.675	18.211.280	44.127.957
24	14.556.302	14.556.302	18.211.280	18.211.280
25	14.556.302	30.750.675	18.211.280	44.127.957
26	14.556.302	14.556.302	18.211.280	18.211.280
27	14.556.302	30.750.675	18.211.280	44.127.957
28	14.556.302	14.556.302	18.211.280	18.211.280
29	14.556.302	30.750.675	18.211.280	44.127.957
30	14.556.302	14.556.302	18.211.280	18.211.280

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14.2-3
Márgenes Netos de Situaciones Actual y Futura, a Precios de Mercado y Sociales
Proyecto Huenchullamí 2 - Valores en ($)

Año	Precios de Mercado		Precios Sociales	
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto
0	7.514.706	7.514.706	8.595.966	8.595.966
1	7.043.787	9.766.395	8.137.362	12.771.768
2	7.155.607	14.892.145	8.261.497	20.783.688
3	7.267.426	23.435.062	8.385.632	34.136.887
4	7.379.246	6.796.507	8.509.768	7.927.029
5	7.491.066	24.600.540	8.633.903	35.302.365
6	7.714.706	8.297.445	8.882.173	9.464.912
7	7.938.345	24.600.540	9.130.443	35.302.365
8	8.050.165	8.632.904	9.254.579	9.837.318
9	8.632.904	24.600.540	9.837.318	35.302.365
10	8.632.904	8.632.904	9.837.318	9.837.318
11	8.632.904	24.600.540	9.837.318	35.302.365
12	8.632.904	8.632.904	9.837.318	9.837.318
13	8.632.904	24.600.540	9.837.318	35.302.365
14	8.632.904	8.632.904	9.837.318	9.837.318
15	8.632.904	24.600.540	9.837.318	35.302.365
16	8.632.904	8.632.904	9.837.318	9.837.318
17	8.632.904	24.600.540	9.837.318	35.302.365
18	8.632.904	8.632.904	9.837.318	9.837.318
19	8.632.904	24.600.540	9.837.318	35.302.365
20	8.632.904	8.632.904	9.837.318	9.837.318
21	8.632.904	24.600.540	9.837.318	35.302.365
22	8.632.904	8.632.904	9.837.318	9.837.318
23	8.632.904	24.600.540	9.837.318	35.302.365
24	8.632.904	8.632.904	9.837.318	9.837.318
25	8.632.904	24.600.540	9.837.318	35.302.365
26	8.632.904	8.632.904	9.837.318	9.837.318
27	8.632.904	24.600.540	9.837.318	35.302.365
28	8.632.904	8.632.904	9.837.318	9.837.318
29	8.632.904	24.600.540	9.837.318	35.302.365
30	8.632.904	8.632.904	9.837.318	9.837.318

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14.2-4
Márgenes Netos de Situaciones Actual y Futura, a Precios de Mercado y Sociales
Proyecto Huenchullamí 1 - Valores en ($)

Año	Precios de Mercado		Precios Sociales	
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto
0	1.299.729	1.299.729	1.321.097	1.321.097
1	955.734	397.976	979.483	843.336
2	961.381	420.477	987.513	1.501.825
3	967.029	1.219.111	995.543	3.360.440
4	972.676	623.032	1.003.573	653.929
5	978.325	1.918.398	1.011.602	4.059.727
6	989.620	1.339.263	1.027.661	1.377.304
7	1.000.915	1.918.398	1.043.721	4.059.727
8	1.006.563	1.356.206	1.051.750	1.401.393
9	1.356.206	1.918.398	1.401.393	4.059.727
10	1.356.206	1.356.206	1.401.393	1.401.393
11	1.356.206	1.918.398	1.401.393	4.059.727
12	1.356.206	1.356.206	1.401.393	1.401.393
13	1.356.206	1.918.398	1.401.393	4.059.727
14	1.356.206	1.356.206	1.401.393	1.401.393
15	1.356.206	1.918.398	1.401.393	4.059.727
16	1.356.206	1.356.206	1.401.393	1.401.393
17	1.356.206	1.918.398	1.401.393	4.059.727
18	1.356.206	1.356.206	1.401.393	1.401.393
19	1.356.206	1.918.398	1.401.393	4.059.727
20	1.356.206	1.356.206	1.401.393	1.401.393
21	1.356.206	1.918.398	1.401.393	4.059.727
22	1.356.206	1.356.206	1.401.393	1.401.393
23	1.356.206	1.918.398	1.401.393	4.059.727
24	1.356.206	1.356.206	1.401.393	1.401.393
25	1.356.206	1.918.398	1.401.393	4.059.727
26	1.356.206	1.356.206	1.401.393	1.401.393
27	1.356.206	1.918.398	1.401.393	4.059.727
28	1.356.206	1.356.206	1.401.393	1.401.393
29	1.356.206	1.918.398	1.401.393	4.059.727
30	1.356.206	1.356.206	1.401.393	1.401.393

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14.2-5
Márgenes Netos de Situaciones Actual y Futura, a Precios de Mercado y Sociales
Proyecto El Valle - Valores en ($)

Año	Precios de Mercado		Precios Sociales	
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto
0	4.499.370	4.499.370	9.503.279	9.503.279
1	4.275.445	4.280.354	9.275.974	9.308.032
2	4.401.163	4.453.865	9.398.312	9.481.080
3	4.526.881	4.653.313	9.520.649	9.688.299
4	4.652.599	4.651.033	9.642.987	9.641.421
5	4.778.318	5.349.333	9.765.325	10.377.588
6	5.029.755	5.379.398	10.010.000	10.359.643
7	5.281.191	5.849.954	10.254.675	10.864.747
8	5.406.909	5.756.552	10.377.013	10.726.656
9	5.756.552	5.975.109	10.726.656	10.986.537
10	5.756.552	5.756.552	10.726.656	10.726.656
11	5.756.552	5.975.109	10.726.656	10.986.537
12	5.756.552	5.756.552	10.726.656	10.726.656
13	5.756.552	5.975.109	10.726.656	10.986.537
14	5.756.552	5.756.552	10.726.656	10.726.656
15	5.756.552	5.975.109	10.726.656	10.986.537
16	5.756.552	5.756.552	10.726.656	10.726.656
17	5.756.552	5.975.109	10.726.656	10.986.537
18	5.756.552	5.756.552	10.726.656	10.726.656
19	5.756.552	5.975.109	10.726.656	10.986.537
20	5.756.552	5.756.552	10.726.656	10.726.656
21	5.756.552	5.975.109	10.726.656	10.986.537
22	5.756.552	5.756.552	10.726.656	10.726.656
23	5.756.552	5.975.109	10.726.656	10.986.537
24	5.756.552	5.756.552	10.726.656	10.726.656
25	5.756.552	5.975.109	10.726.656	10.986.537
26	5.756.552	5.756.552	10.726.656	10.726.656
27	5.756.552	5.975.109	10.726.656	10.986.537
28	5.756.552	5.756.552	10.726.656	10.726.656
29	5.756.552	5.975.109	10.726.656	10.986.537
30	5.756.552	5.756.552	10.726.656	10.726.656

Se han corregido los valores de los márgenes netos para la situación con proyecto, según el área efectivamente posible de beneficiar.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14.2-6
Márgenes Netos de Situaciones Actual y Futura, a Precios de Mercado y Sociales
Proyecto Reloca - Valores en ($)

Año	Precios de Mercado		Precios Sociales	
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto
0	1.479.529	1.479.529	1.770.067	1.770.067
1	1.396.376	3.530.730	1.692.508	5.571.951
2	1.429.772	6.957.175	1.731.497	11.624.421
3	1.463.167	12.667.918	1.770.486	21.711.871
4	1.496.562	12.667.918	1.809.475	21.711.871
5	1.529.957	12.901.014	1.848.464	21.944.967
6	1.596.747	1.713.295	1.926.442	2.042.990
7	1.663.538	12.901.014	2.004.420	21.944.967
8	1.696.933	12.901.014	2.043.410	21.944.967
9	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
10	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
11	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
12	1.813.481	1.813.481	2.159.958	2.159.958
13	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
14	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
15	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
16	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
17	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
18	1.813.481	1.813.481	2.159.958	2.159.958
19	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
20	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
21	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
22	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
23	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
24	1.813.481	1.813.481	2.159.958	2.159.958
25	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
26	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
27	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
28	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
29	1.813.481	12.901.014	2.159.958	21.944.967
30	1.813.481	1.813.481	2.159.958	2.159.958

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14.2-7
Márgenes Netos de Situaciones Actual y Futura, a Precios de Mercado y Sociales
Proyecto Purapel - Valores en ($)

Año	Precios de Mercado		Precios Sociales	
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto
0	1.020.440	1.020.440	1.466.991	1.466.991
1	364.709	15.853.268	846.282	22.448.228
2	408.266	40.200.373	924.859	56.017.944
3	451.823	96.436.479	1.003.437	127.625.070
4	495.380	-203.907	1.082.014	382.727
5	538.936	97.835.053	1.160.592	129.023.644
6	626.049	1.325.336	1.317.747	2.017.034
7	713.163	97.835.053	1.474.902	129.023.644
8	756.719	1.456.006	1.553.479	2.252.766
9	1.456.006	97.835.053	2.252.766	129.023.644
10	1.456.006	1.456.006	2.252.766	2.252.766
11	1.456.006	97.835.053	2.252.766	129.023.644
12	1.456.006	1.456.006	2.252.766	2.252.766
13	1.456.006	97.835.053	2.252.766	129.023.644
14	1.456.006	1.456.006	2.252.766	2.252.766
15	1.456.006	97.835.053	2.252.766	129.023.644
16	1.456.006	1.456.006	2.252.766	2.252.766
17	1.456.006	97.835.053	2.252.766	129.023.644
18	1.456.006	1.456.006	2.252.766	2.252.766
19	1.456.006	97.835.053	2.252.766	129.023.644
20	1.456.006	1.456.006	2.252.766	2.252.766
21	1.456.006	97.835.053	2.252.766	129.023.644
22	1.456.006	1.456.006	2.252.766	2.252.766
23	1.456.006	97.835.053	2.252.766	129.023.644
24	1.456.006	1.456.006	2.252.766	2.252.766
25	1.456.006	97.835.053	2.252.766	129.023.644
26	1.456.006	1.456.006	2.252.766	2.252.766
27	1.456.006	97.835.053	2.252.766	129.023.644
28	1.456.006	1.456.006	2.252.766	2.252.766
29	1.456.006	97.835.053	2.252.766	129.023.644
30	1.456.006	1.456.006	2.252.766	2.252.766

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14.2-8
Márgenes Netos de Situaciones Actual y Futura, a Precios de Mercado y Sociales
Proyecto Chanco - Valores en ($)

Año	Precios de Mercado		Precios Sociales	
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto
0	1.782.665	1.782.665	2.141.258	2.141.258
1	1.690.289	2.395.253	2.052.578	3.177.809
2	1.714.459	3.663.778	2.080.445	5.082.278
3	1.738.631	5.777.988	2.108.313	8.256.394
4	1.762.801	1.646.253	2.136.180	2.019.632
5	1.786.973	6.011.084	2.164.048	8.489.490
6	1.835.315	1.951.863	2.219.782	2.336.330
7	1.883.657	6.011.084	2.275.517	8.489.490
8	1.907.829	2.024.377	2.303.385	2.419.933
9	2.024.377	6.011.084	2.419.933	8.489.490
10	2.024.377	2.024.377	2.419.933	2.419.933
11	2.024.377	6.011.084	2.419.933	8.489.490
12	2.024.377	2.024.377	2.419.933	2.419.933
13	2.024.377	6.011.084	2.419.933	8.489.490
14	2.024.377	2.024.377	2.419.933	2.419.933
15	2.024.377	6.011.084	2.419.933	8.489.490
16	2.024.377	2.024.377	2.419.933	2.419.933
17	2.024.377	6.011.084	2.419.933	8.489.490
18	2.024.377	2.024.377	2.419.933	2.419.933
19	2.024.377	6.011.084	2.419.933	8.489.490
20	2.024.377	2.024.377	2.419.933	2.419.933
21	2.024.377	6.011.084	2.419.933	8.489.490
22	2.024.377	2.024.377	2.419.933	2.419.933
23	2.024.377	6.011.084	2.419.933	8.489.490
24	2.024.377	2.024.377	2.419.933	2.419.933
25	2.024.377	6.011.084	2.419.933	8.489.490
26	2.024.377	2.024.377	2.419.933	2.419.933
27	2.024.377	6.011.084	2.419.933	8.489.490
28	2.024.377	2.024.377	2.419.933	2.419.933
29	2.024.377	6.011.084	2.419.933	8.489.490
30	2.024.377	2.024.377	2.419.933	2.419.933

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14.2-9
Márgenes Netos de Situaciones Actual y Futura, a Precios de Mercado y Sociales
Proyecto Rahue - Valores en ($)

Año	Precios de Mercado		Precios Sociales	
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto
0	651.790	651.790	719.297	719.297
1	433.950	1.307.910	520.857	1.888.163
2	449.205	2.991.377	555.512	4.340.750
3	464.461	5.797.154	590.169	8.428.395
4	479.716	246.621	624.825	391.730
5	494.972	6.263.345	659.480	8.894.586
6	525.484	758.580	728.792	961.888
7	555.995	6.263.345	798.104	8.894.586
8	571.251	804.347	832.760	1.065.856
9	804.347	6.263.345	1.065.856	8.894.586
10	804.347	804.347	1.065.856	1.065.856
11	804.347	6.263.345	1.065.856	8.894.586
12	804.347	804.347	1.065.856	1.065.856
13	804.347	6.263.345	1.065.856	8.894.586
14	804.347	804.347	1.065.856	1.065.856
15	804.347	6.263.345	1.065.856	8.894.586
16	804.347	804.347	1.065.856	1.065.856
17	804.347	6.263.345	1.065.856	8.894.586
18	804.347	804.347	1.065.856	1.065.856
19	804.347	6.263.345	1.065.856	8.894.586
20	804.347	804.347	1.065.856	1.065.856
21	804.347	6.263.345	1.065.856	8.894.586
22	804.347	804.347	1.065.856	1.065.856
23	804.347	6.263.345	1.065.856	8.894.586
24	804.347	804.347	1.065.856	1.065.856
25	804.347	6.263.345	1.065.856	8.894.586
26	804.347	804.347	1.065.856	1.065.856
27	804.347	6.263.345	1.065.856	8.894.586
28	804.347	804.347	1.065.856	1.065.856
29	804.347	6.263.345	1.065.856	8.894.586
30	804.347	804.347	1.065.856	1.065.856

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14.2-10
Márgenes Netos de Situaciones Actual y Futura, a Precios de Mercado y Sociales
Proyecto Pelluhue - Valores en ($)

Año	Precios de Mercado		Precios Sociales	
	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto
0	2.378.726	2.378.726	2.672.783	2.672.783
1	1.936.641	2.653.533	2.235.280	3.590.246
2	1.960.747	4.464.317	2.263.969	6.365.016
3	1.984.853	7.482.291	2.292.657	10.989.630
4	2.008.959	1.542.768	2.321.345	1.855.154
5	2.033.065	8.414.673	2.350.033	11.922.012
6	2.081.277	2.547.468	2.407.410	2.873.601
7	2.129.489	8.414.673	2.464.787	11.922.012
8	2.153.595	2.619.786	2.493.475	2.959.666
9	2.619.786	8.414.673	2.959.666	11.922.012
10	2.619.786	2.619.786	2.959.666	2.959.666
11	2.619.786	8.414.673	2.959.666	11.922.012
12	2.619.786	2.619.786	2.959.666	2.959.666
13	2.619.786	8.414.673	2.959.666	11.922.012
14	2.619.786	2.619.786	2.959.666	2.959.666
15	2.619.786	8.414.673	2.959.666	11.922.012
16	2.619.786	2.619.786	2.959.666	2.959.666
17	2.619.786	8.414.673	2.959.666	11.922.012
18	2.619.786	2.619.786	2.959.666	2.959.666
19	2.619.786	8.414.673	2.959.666	11.922.012
20	2.619.786	2.619.786	2.959.666	2.959.666
21	2.619.786	8.414.673	2.959.666	11.922.012
22	2.619.786	2.619.786	2.959.666	2.959.666
23	2.619.786	8.414.673	2.959.666	11.922.012
24	2.619.786	2.619.786	2.959.666	2.959.666
25	2.619.786	8.414.673	2.959.666	11.922.012
26	2.619.786	2.619.786	2.959.666	2.959.666
27	2.619.786	8.414.673	2.959.666	11.922.012
28	2.619.786	2.619.786	2.959.666	2.959.666
29	2.619.786	8.414.673	2.959.666	11.922.012
30	2.619.786	2.619.786	2.959.666	2.959.666

Fuente: Elaboración propia.

15 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS PROYECTOS DE RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS

La evaluación económica de los proyectos tiene entre sus objetivos, conocer la rentabilidad de este tipo de obras. Para ello se han determinado los costos y beneficios asociados a ellos y se han generado los flujos de caja de los márgenes para el período de previsión de los proyectos. A partir de dichos flujos se han determinado los siguientes indicadores de rentabilidad: Valor Actualizado Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Índice de Valor Actualizado Neto (IVAN). Adicionalmente, se ha realizado un análisis de sensibilidad donde se han considerado variaciones de costos (mano de obra, divisa) y de ingresos (precio de los productos), para evaluar cómo varía la rentabilidad de los proyectos frente a alzas o disminuciones en dichas variables.

Las evaluaciones han sido realizadas en términos privados y sociales, y han sido desarrolladas de acuerdo a las normas y criterios vigentes de MIDESO para este tipo de evaluaciones.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la evaluación económica de los proyectos de recarga que han sido desarrollados a nivel de perfil en las cuencas del secano de la Región del Maule.

Las evaluaciones económicas de los proyectos han sido determinadas en base a los flujos de costos y beneficios, originados al comparar las situaciones sin y con proyecto.

La situación sin proyecto corresponde a la situación actual optimizada, la que se lograría mediante la incorporación en los sectores de proyecto, de obras menores o marginales, y la aplicación de medidas de gestión que mejoren las condiciones de operación y de servicio de la infraestructura.

Para realizar las evaluaciones se han estimado previamente los beneficios y los costos asociados a cada proyecto.

Para determinar los beneficios de cada proyecto se pueden usar varios métodos: del valor incremental de la tierra, del presupuesto, de las transacciones. Atendiendo a las características de cada uno de ellos, más adelante se explica por qué se ha utilizado el método del presupuesto, que constituye el instrumento base sobre el cual se estiman los beneficios por riego.

El **método del valor incremental de la tierra** consiste en atribuir al recurso agua la diferencia entre el valor de la tierra, de igual calidad y localización, en riego o secano. Es decir, que el valor presente de los beneficios de las futuras dotaciones de agua que recibirá el área beneficiada, corresponde a la diferencia de precios existente entre las tierras de riego y de secano, bajo las condiciones señaladas. El precio de las tierras con riego se considera libre de mejoras (por ejemplo, de

infraestructura), es decir, el precio refleja los retornos producidos por la disponibilidad de agua y no por efecto de las mejoras. Para efectos de evaluación, en la determinación de la superficie de riego, se debe utilizar la que tiene seguridad de riego de 85%.

Este método corresponde a un criterio de evaluación privada, puesto que el incremento del valor de la tierra se basa en precios de mercado observados y no tiene en cuenta otros efectos económicos no captados por el mercado de la tierra. Esto hace que los resultados que se obtienen de su aplicación tengan una utilidad limitada, por lo que no se ha utilizado en este caso, en que los proyectos tienen un claro enfoque social.

El **método del presupuesto** consiste en determinar los beneficios netos que se obtendrán por aumento de la productividad de la tierra debido al proyecto, es decir, consiste en determinar el diferencial de beneficios y costos agrícolas que se producen en la situación sin y con proyecto. Puede aplicarse tanto para una evaluación privada como para una social, corrigiéndose en este último caso, las distorsiones que existan en los mercados, aplicando los precios sociales. Este es el método que se ha utilizado para evaluar los beneficios de los proyectos, tanto desde el punto de vista privado como social.

El **método de las transacciones**, que considera el costo alternativo del agua, también es una opción que permitiría hacer una evaluación económica de cada proyecto. Sin embargo, en la zona prácticamente no existe un mercado del agua, por lo tanto, no se evaluará los proyectos a partir del costo alternativo del agua.

En función de lo señalado, se ha realizado la evaluación económica de los proyectos utilizando el Método del Presupuesto. Ya que como se ha indicado en los párrafos precedentes, el Método del Valor Incremental de la Tierra tiene una utilidad limitada puesto que puesto que se basa en precios de mercado observados y no tiene en cuenta otros efectos económicos no captados por el mercado de la tierra. A su vez, el Método de las Transacciones, ve muy limitada su aplicación a la zona dado que allí prácticamente no existe un mercado del agua.

Para efectos de la evaluación económica de los proyectos, se han considerado todos los costos, es decir, inversión, operación y mantención de las obras, además de los equipos e infraestructura complementarios a las obras de recarga, necesarios para el adecuado monitoreo del proceso y sus efectos sobre la napa.

Respecto a las externalidades económicas y/o ambientales que el proyecto pueda provocar, se puede señalar que de acuerdo a la experiencia del Consultor y a los resultados del estudio “Propuesta de Modificación a Metodologías de Evaluación de Proyectos de Riego”, CNR-GCF Ingenieros, 2004, los efectos indirectos, las externalidades y los efectos ambientales asociados a los proyectos de mejoramiento agrícola (riego y otros) son muy variados, no todos cuantificables y muchas veces dicha valorización puede resultar muy cuantiosa.

Considerando lo señalado y el hecho que en este tipo de proyectos los efectos más relevantes en la evaluación económica son los efectos directos, tal como se ha determinado en el estudio "Propuesta de Modificación a Metodologías de Evaluación de Proyectos de Riego", CNR- GCF In. Consultores, 2004, se puede definir los efectos indirectos y externalidades como intangibles y considerarlos solo desde el punto de vista cualitativo para la toma de decisiones.

Además, en términos relativos, los efectos indirectos y externalidades, económicas y ambientales, de los proyectos que están siendo evaluados son similares entre uno y otro proyecto de este trabajo, por lo que no representan variables que permitan discriminar entre uno y otro proyecto.

No obstante lo señalado, se menciona a continuación los principales efectos indirectos y externalidades de los proyectos, a modo ilustrativo:

- Efectos indirectos: Control de crecidas en el sector de las obras de captación y protección de cada proyecto y especialmente en los sectores donde se contempla embalse, y Desarrollo organizacional, asociado a las comunidades que se formarán en el caso de ser varios beneficiarios.

- Externalidades: Mejoramiento de infraestructura vial en aquellos casos en que el acceso para la construcción de las obras así lo requiera, disminución de los tiempos de viaje a consecuencia de lo señalado, favorecer el asentamiento humano en los sectores beneficiados, al generar mejores expectativas de vida, mejoramiento en la condición de las napas, al existir un volumen remanente de los volúmenes infiltrados que no será extraído, y efecto demostrativo sobre otros potenciales beneficiarios que pudiesen estar con aprensiones respecto a este tipo de proyectos.

El horizonte de evaluación considerado es de 30 años y la tasa de descuento de 12% para los precios de mercado y 6% para los precios sociales. Los factores de corrección de precios de mercado a precios sociales son los definidos por el MIDESO y que se presentan a continuación.

Tabla 15-1
Factores de Corrección de Precios de Mercado a Precios Sociales

Precio	Factor de Corrección
Mano de Obra Calificada	0,98
Mano de Obra Semicalificada	0,68
Mano de Obra No Calificada	0,62
Divisa	1,01

Fuente: MIDESO

Para efectos de transformar los precios de mercado a precios sociales, en las partidas correspondientes a Costos de Construcción y Costos de Manutención de las Obras, se ha determinado un factor de corrección ponderado, considerando que

dichas actividades están compuestas por el tipo de mano de obra y las proporciones que se indica:

Construcción de las obras y Manutención de las obras:

Mano de obra calificada:	15%	factor: 0,98
Mano de obra semicalificada:	35%	factor: 0,68
Mano de obra no calificada:	50%	factor: 0,62

Factor ponderado para estos ítems: 0,695

Esto significa que la Construcción y Manutención de las obras está compuesta en un 15% por mano de obra calificada, en un 35% por mano de obra semicalificada y en un 50% por mano de obra no calificada, por lo tanto, para transformar los valores de mercado a sociales, se puede aplicar los factores separadamente o determinar un factor ponderado, de acuerdo a la distribución porcentual señalada, que es el que se ha indicado.

De manera análoga a lo señalado, para el caso de las actividades de administración de las obras y las actividades relacionadas con la mitigación, reparación o compensación de impactos ambientales, la mano de obra involucrada es calificada, por lo que el factor es 0,98.

A continuación se presentan los resultados de la evaluación económica desarrollada para cada uno de los proyectos. Todas las tablas de evaluación económica son de elaboración propia.

Como resultado de la evaluación económica se determinará los indicadores de rentabilidad para cada proyecto: VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) e IVAN (Índice del Valor Actual Neto), que se calculan de la siguiente forma:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} \left(\frac{\mathrm{BN_t}}{(1+\mathrm{r})^{\mathrm{t}}} \right)$$

Donde:
I_0 : Inversión inicial.
BN_t : Beneficio neto del período t.
n : Horizonte de evaluación.

El criterio de decisión al utilizar el VAN es el siguiente:

- Si el VAN es positivo, es conveniente ejecutar el proyecto.

- Si el VAN es igual a cero, es indiferente ejecutar el proyecto.
- Si el VAN es negativo, no es conveniente ejecutar el proyecto.

La Tasa Interna de Retorno mide la rentabilidad promedio que tiene un determinado proyecto. La relación matemática que la representa, corresponde a la tasa de retorno que hace el VAN igual a cero.

$$-I_0 + \sum_{t=1}^{n} \left(\frac{\mathrm{BN_t}}{(1 + \mathrm{TIR})^{\mathrm{t}}} \right) = 0$$

El criterio de decisión al utilizar la TIR es el siguiente:

- Si la TIR es mayor que la tasa social de descuento, es conveniente ejecutar el proyecto.
- Si la TIR es igual que la tasa social de descuento, es indiferente ejecutar el proyecto.
- Si la TIR es menor que la tasa social de descuento, no es conveniente ejecutar el proyecto.

Finalmente, el IVAN, que es un indicador que permite seleccionar proyectos bajo condiciones de racionamiento de capital, es decir, cuando no hay recursos suficientes para implementarlos todos. En este caso los criterios de VAN y TIR no son suficientes.

$$IVAN = \frac{VAN}{I}$$

Donde:

VAN : Valor Actual Neto.
I : Inversión.

Tabla 15-2
Evaluación Económica Proyecto Los Cuervos - Precios de Mercado

Tasa anual de desc.		0,12					VAN	-479,5	Millones $		TIR	indet
							IVAN	-1,16				
Valores en millones de pesos												
		Costos de:					Márgenes Agrícolas		Benef. por:	Totales		
Nº	Año	Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	Beneficios - Costos
0	2015	-2,43	-410,50	-5,88	0,00	0,00	10,54	10,54	0,00	-418,82	0,00	-418,82
1	2016			-6,40	-8,21	0,00	10,31	10,41	0,10	-14,61	0,10	-14,50
2	2017			-0,41	0,00	0,00	10,54	10,81	0,27	-0,41	0,27	-0,14
3	2018			-6,40	-8,21	0,00	10,77	11,32	0,55	-14,61	0,55	-14,06
4	2019			-0,41	0,00		11,00	10,99	-0,01	-0,41	-0,01	-0,42
5	2020			-6,40	-8,21		11,23	12,24	1,02	-14,61	1,02	-13,59
6	2021			-0,41	0,00		11,68	12,15	0,47	-0,41	0,47	0,05
7	2022			-6,40	-8,21		12,14	13,15	1,00	-14,61	1,00	-13,60
8	2023			-0,41	0,00		12,37	12,84	0,47	-0,41	0,47	0,05
9	2024			-6,40	-8,21		12,84	13,38	0,53	-14,61	0,53	-14,07
10	2025			-0,41	0,00		12,84	12,84	0,00	-0,41	0,00	-0,41
11	2026			-6,40	-8,21		12,84	13,38	0,53	-14,61	0,53	-14,07
12	2027			-0,41	0,00		12,84	12,84	0,00	-0,41	0,00	-0,41
13	2028			-6,40	-8,21		12,84	13,38	0,53	-14,61	0,53	-14,07
14	2029			-0,41	0,00		12,84	12,84	0,00	-0,41	0,00	-0,41
15	2030			-6,40	-8,21		12,84	13,38	0,53	-14,61	0,53	-14,07
16	2031			-0,41	0,00		12,84	12,84	0,00	-0,41	0,00	-0,41
17	2032			-6,40	-8,21		12,84	13,38	0,53	-14,61	0,53	-14,07
18	2033			-0,41	0,00		12,84	12,84	0,00	-0,41	0,00	-0,41
19	2034			-6,40	-8,21		12,84	13,38	0,53	-14,61	0,53	-14,07
20	2035			-0,41	0,00		12,84	12,84	0,00	-0,41	0,00	-0,41
21	2036			-6,40	-8,21		12,84	13,38	0,53	-14,61	0,53	-14,07
22	2037			-0,41	0,00		12,84	12,84	0,00	-0,41	0,00	-0,41
23	2038			-6,40	-8,21		12,84	13,38	0,53	-14,61	0,53	-14,07
24	2039			-0,41	0,00		12,84	12,84	0,00	-0,41	0,00	-0,41
25	2040			-6,40	-8,21		12,84	13,38	0,53	-14,61	0,53	-14,07
26	2041			-0,41	0,00		12,84	12,84	0,00	-0,41	0,00	-0,41
27	2042			-6,40	-8,21		12,84	13,38	0,53	-14,61	0,53	-14,07
28	2043			-0,41	0,00		12,84	12,84	0,00	-0,41	0,00	-0,41
29	2044			-6,40	-8,21		12,84	13,38	0,53	-14,61	0,53	-14,07
30	2045			-0,41	0,00		12,84	12,84	0,00	-0,41	0,00	-0,41
VAN		-2,43	-410,50	-34,67	-34,94	0,00			3,02	-482,54	3,02	-479,52

Tabla 15-3
Evaluación Económica Proyecto Los Cuervos - Precios Sociales

Tasa anual de desc.	0,06					VAN	-374,4	Millones $		TIR	indet
						IVAN	-1,30				

Valores en millones de pesos

Nº	Año	Costos de:					Márgenes Agrícolas		Benef. por:	Totales		Beneficios - Costos
		Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	
0	2015	-2,43	-285,30	-5,76	0,00	0,00	14,05	14,05	0,000	-293,49	0,000	-293,49
1	2016			-6,27	-5,71	0,00	13,85	14,01	0,15	-11,97	0,15	-11,82
2	2017			-0,40	0,00	0,00	14,12	14,52	0,39	-0,40	0,39	-0,01
3	2018			-6,27	-5,71	0,00	14,39	15,19	0,80	-11,97	0,80	-11,18
4	2019			-0,40	0,00		14,66	14,65	-0,01	-0,40	-0,01	-0,41
5	2020			-6,27	-5,71		14,92	16,19	1,26	-11,97	1,26	-10,71
6	2021			-0,40	0,00		15,46	15,92	0,47	-0,40	0,47	0,06
7	2022			-6,27	-5,71		15,99	17,24	1,25	-11,97	1,25	-10,72
8	2023			-0,40	0,00		16,26	16,73	0,47	-0,40	0,47	0,06
9	2024			-6,27	-5,71		16,73	17,51	0,78	-11,97	0,78	-11,19
10	2025			-0,40	0,00		16,73	16,73	0,00	-0,40	0,00	-0,40
11	2026			-6,27	-5,71		16,73	17,51	0,78	-11,97	0,78	-11,19
12	2027			-0,40	0,00		16,73	16,73	0,00	-0,40	0,00	-0,40
13	2028			-6,27	-5,71		16,73	17,51	0,78	-11,97	0,78	-11,19
14	2029			-0,40	0,00		16,73	16,73	0,00	-0,40	0,00	-0,40
15	2030			-6,27	-5,71		16,73	17,51	0,78	-11,97	0,78	-11,19
16	2031			-0,40	0,00		16,73	16,73	0,00	-0,40	0,00	-0,40
17	2032			-6,27	-5,71		16,73	17,51	0,78	-11,97	0,78	-11,19
18	2033			-0,40	0,00		16,73	16,73	0,00	-0,40	0,00	-0,40
19	2034			-6,27	-5,71		16,73	17,51	0,78	-11,97	0,78	-11,19
20	2035			-0,40	0,00		16,73	16,73	0,00	-0,40	0,00	-0,40
21	2036			-6,27	-5,71		16,73	17,51	0,78	-11,97	0,78	-11,19
22	2037			-0,40	0,00		16,73	16,73	0,00	-0,40	0,00	-0,40
23	2038			-6,27	-5,71		16,73	17,51	0,78	-11,97	0,78	-11,19
24	2039			-0,40	0,00		16,73	16,73	0,00	-0,40	0,00	-0,40
25	2040			-6,27	-5,71		16,73	17,51	0,78	-11,97	0,78	-11,19
26	2041			-0,40	0,00		16,73	16,73	0,00	-0,40	0,00	-0,40
27	2042			-6,27	-5,71		16,73	17,51	0,78	-11,97	0,78	-11,19
28	2043			-0,40	0,00		16,73	16,73	0,00	-0,40	0,00	-0,40
29	2044			-6,27	-5,71		16,73	17,51	0,78	-11,97	0,78	-11,19
30	2045			-0,40	0,00		16,73	16,73	0,00	-0,40	0,00	-0,40
VAN		-2,43	-285,30	-52,86	-40,41	0,00			6,59	-381,01	6,59	-374,42

Tabla 15-4
Evaluación Económica Proyecto Huenchullamí 3 - Precios de Mercado

Tasa anual de desc.	0,12					VAN	-261,5	Millones $		TIR	-0,079
						IVAN	-0,96				
Valores en millones de pesos											

		Costos de:					Márgenes Agrícolas		Benef. por:	Totales		
Nº	Año	Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	Beneficios - Costos
0	2015	-1,51	-269,55	-5,88	0,00	0,00	12,05	12,05	0,00	-276,94	0,00	-276,94
1	2016			-6,29	-5,39	0,00	12,07	15,32	3,26	-11,68	3,26	-8,42
2	2017			-0,33	0,00	0,00	12,32	20,93	8,62	-0,33	8,62	8,29
3	2018			-6,29	-5,39	0,00	12,57	30,28	17,71	-11,68	17,71	6,03
4	2019			-0,33	0,00		12,82	12,59	-0,23	-0,33	-0,23	-0,56
5	2020			-6,29	-5,39		13,07	30,75	17,68	-11,68	17,68	6,00
6	2021			-0,33	0,00		13,57	13,80	0,23	-0,33	0,23	-0,09
7	2022			-6,29	-5,39		14,07	30,75	16,68	-11,68	16,68	5,00
8	2023			-0,33	0,00		14,32	14,56	0,23	-0,33	0,23	-0,09
9	2024			-6,29	-5,39		14,56	30,75	16,19	-11,68	16,19	4,51
10	2025			-0,33	0,00		14,56	14,56	0,00	-0,33	0,00	-0,33
11	2026			-6,29	-5,39		14,56	30,75	16,19	-11,68	16,19	4,51
12	2027			-0,33	0,00		14,56	14,56	0,00	-0,33	0,00	-0,33
13	2028			-6,29	-5,39		14,56	30,75	16,19	-11,68	16,19	4,51
14	2029			-0,33	0,00		14,56	14,56	0,00	-0,33	0,00	-0,33
15	2030			-6,29	-5,39		14,56	30,75	16,19	-11,68	16,19	4,51
16	2031			-0,33	0,00		14,56	14,56	0,00	-0,33	0,00	-0,33
17	2032			-6,29	-5,39		14,56	30,75	16,19	-11,68	16,19	4,51
18	2033			-0,33	0,00		14,56	14,56	0,00	-0,33	0,00	-0,33
19	2034			-6,29	-5,39		14,56	30,75	16,19	-11,68	16,19	4,51
20	2035			-0,33	0,00		14,56	14,56	0,00	-0,33	0,00	-0,33
21	2036			-6,29	-5,39		14,56	30,75	16,19	-11,68	16,19	4,51
22	2037			-0,33	0,00		14,56	14,56	0,00	-0,33	0,00	-0,33
23	2038			-6,29	-5,39		14,56	30,75	16,19	-11,68	16,19	4,51
24	2039			-0,33	0,00		14,56	14,56	0,00	-0,33	0,00	-0,33
25	2040			-6,29	-5,39		14,56	30,75	16,19	-11,68	16,19	4,51
26	2041			-0,33	0,00		14,56	14,56	0,00	-0,33	0,00	-0,33
27	2042			-6,29	-5,39		14,56	30,75	16,19	-11,68	16,19	4,51
28	2043			-0,33	0,00		14,56	14,56	0,00	-0,33	0,00	-0,33
29	2044			-6,29	-5,39		14,56	30,75	16,19	-11,68	16,19	4,51
30	2045			-0,33	0,00		14,56	14,56	0,00	-0,33	0,00	-0,33
VAN		-1,51	-269,55	-33,89	-22,94	0,00			66,44	-327,89	66,44	-261,45

Tabla 15-5
Evaluación Económica Proyecto Huenchullamí 3 - Precios Sociales

Tasa anual de desc.	0,06					VAN	-87,8	Millones $		TIR	0,012
						IVAN	-0,46				
Valores en millones de pesos											
		Costos de:					Márgenes Agrícolas	Benef. por:	Totales		
Nº	Año	Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	Beneficios - Costos
0	2015	-1,51	-187,34	-5,76	0,00	0,00	15,49	15,49	0,00	-194,61	0,00	-194,61
1	2016			-6,16	-3,75	0,00	15,53	20,75	5,22	-9,91	5,22	-4,69
2	2017			-0,32	0,00	0,00	15,80	29,34	13,54	-0,32	13,54	13,22
3	2018			-6,16	-3,75	0,00	16,07	43,66	27,59	-9,91	27,59	17,68
4	2019			-0,32	0,00		16,35	16,11	-0,23	-0,32	-0,23	-0,55
5	2020			-6,16	-3,75		16,62	44,13	27,51	-9,91	27,51	17,60
6	2021			-0,32	0,00		17,16	17,40	0,23	-0,32	0,23	-0,09
7	2022			-6,16	-3,75		17,71	44,13	26,42	-9,91	26,42	16,51
8	2023			-0,32	0,00		17,98	18,21	0,23	-0,32	0,23	-0,09
9	2024			-6,16	-3,75		18,21	44,13	25,92	-9,91	25,92	16,01
10	2025			-0,32	0,00		18,21	18,21	0,00	-0,32	0,00	-0,32
11	2026			-6,16	-3,75		18,21	44,13	25,92	-9,91	25,92	16,01
12	2027			-0,32	0,00		18,21	18,21	0,00	-0,32	0,00	-0,32
13	2028			-6,16	-3,75		18,21	44,13	25,92	-9,91	25,92	16,01
14	2029			-0,32	0,00		18,21	18,21	0,00	-0,32	0,00	-0,32
15	2030			-6,16	-3,75		18,21	44,13	25,92	-9,91	25,92	16,01
16	2031			-0,32	0,00		18,21	18,21	0,00	-0,32	0,00	-0,32
17	2032			-6,16	-3,75		18,21	44,13	25,92	-9,91	25,92	16,01
18	2033			-0,32	0,00		18,21	18,21	0,00	-0,32	0,00	-0,32
19	2034			-6,16	-3,75		18,21	44,13	25,92	-9,91	25,92	16,01
20	2035			-0,32	0,00		18,21	18,21	0,00	-0,32	0,00	-0,32
21	2036			-6,16	-3,75		18,21	44,13	25,92	-9,91	25,92	16,01
22	2037			-0,32	0,00		18,21	18,21	0,00	-0,32	0,00	-0,32
23	2038			-6,16	-3,75		18,21	44,13	25,92	-9,91	25,92	16,01
24	2039			-0,32	0,00		18,21	18,21	0,00	-0,32	0,00	-0,32
25	2040			-6,16	-3,75		18,21	44,13	25,92	-9,91	25,92	16,01
26	2041			-0,32	0,00		18,21	18,21	0,00	-0,32	0,00	-0,32
27	2042			-6,16	-3,75		18,21	44,13	25,92	-9,91	25,92	16,01
28	2043			-0,32	0,00		18,21	18,21	0,00	-0,32	0,00	-0,32
29	2044			-6,16	-3,75		18,21	44,13	25,92	-9,91	25,92	16,01
30	2045			-0,32	0,00		18,21	18,21	0,00	-0,32	0,00	-0,32
VAN		-1,51	-187,34	-51,56	-26,54	0,00			179,15	-266,95	179,15	-87,80

Tabla 15-6
Evaluación Económica Proyecto Huenchullamí 2 - Precios de Mercado

Tasa anual de desc.	0,12					VAN	-271,2	Millones $		TIR	-0,083
						IVAN	-0,98				

Valores en millones de pesos

Nº	Año	Costos de:					Márgenes Agrícolas		Benef. por:	Totales		Beneficios - Costos
		Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	
0	2015	-1,17	-276,74	-5,88	0,00	0,00	7,51	7,51	0,00	-283,79	0,00	-283,79
1	2016			-6,21	-5,53	0,00	7,04	9,77	2,72	-11,74	2,72	-9,02
2	2017			-0,26	0,00	0,00	7,16	14,89	7,74	-0,26	7,74	7,47
3	2018			-6,21	-5,53	0,00	7,27	23,44	16,17	-11,74	16,17	4,43
4	2019			-0,26	0,00		7,38	6,80	-0,58	-0,26	-0,58	-0,84
5	2020			-6,21	-5,53		7,49	24,60	17,11	-11,74	17,11	5,37
6	2021			-0,26	0,00		7,71	8,30	0,58	-0,26	0,58	0,32
7	2022			-6,21	-5,53		7,94	24,60	16,66	-11,74	16,66	4,92
8	2023			-0,26	0,00		8,05	8,63	0,58	-0,26	0,58	0,32
9	2024			-6,21	-5,53		8,63	24,60	15,97	-11,74	15,97	4,23
10	2025			-0,26	0,00		8,63	8,63	0,00	-0,26	0,00	-0,26
11	2026			-6,21	-5,53		8,63	24,60	15,97	-11,74	15,97	4,23
12	2027			-0,26	0,00		8,63	8,63	0,00	-0,26	0,00	-0,26
13	2028			-6,21	-5,53		8,63	24,60	15,97	-11,74	15,97	4,23
14	2029			-0,26	0,00		8,63	8,63	0,00	-0,26	0,00	-0,26
15	2030			-6,21	-5,53		8,63	24,60	15,97	-11,74	15,97	4,23
16	2031			-0,26	0,00		8,63	8,63	0,00	-0,26	0,00	-0,26
17	2032			-6,21	-5,53		8,63	24,60	15,97	-11,74	15,97	4,23
18	2033			-0,26	0,00		8,63	8,63	0,00	-0,26	0,00	-0,26
19	2034			-6,21	-5,53		8,63	24,60	15,97	-11,74	15,97	4,23
20	2035			-0,26	0,00		8,63	8,63	0,00	-0,26	0,00	-0,26
21	2036			-6,21	-5,53		8,63	24,60	15,97	-11,74	15,97	4,23
22	2037			-0,26	0,00		8,63	8,63	0,00	-0,26	0,00	-0,26
23	2038			-6,21	-5,53		8,63	24,60	15,97	-11,74	15,97	4,23
24	2039			-0,26	0,00		8,63	8,63	0,00	-0,26	0,00	-0,26
25	2040			-6,21	-5,53		8,63	24,60	15,97	-11,74	15,97	4,23
26	2041			-0,26	0,00		8,63	8,63	0,00	-0,26	0,00	-0,26
27	2042			-6,21	-5,53		8,63	24,60	15,97	-11,74	15,97	4,23
28	2043			-0,26	0,00		8,63	8,63	0,00	-0,26	0,00	-0,26
29	2044			-6,21	-5,53		8,63	24,60	15,97	-11,74	15,97	4,23
30	2045			-0,26	0,00		8,63	8,63	0,00	-0,26	0,00	-0,26
VAN		-1,17	-276,74	-33,29	-23,55	0,00			63,56	-334,76	63,56	-271,20

Tabla 15-7
Evaluación Económica Proyecto Huenchullamí 2 - Precios Sociales

Tasa anual de desc.	0,06					VAN	-97,5	Millones $		TIR	0,008
						IVAN	-0,50				
Valores en millones de pesos											

Nº	Año	Costos de:					Márgenes Agrícolas		Benef. por:	Totales		Beneficios - Costos
		Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	
0	2015	-1,17	-192,34	-5,76	0,00	0,00	8,60	8,60	0,00	-199,27	0,00	-199,27
1	2016			-6,08	-3,85	0,00	8,14	12,77	4,63	-9,93	4,63	-5,30
2	2017			-0,26	0,00	0,00	8,26	20,78	12,52	-0,26	12,52	12,27
3	2018			-6,08	-3,85	0,00	8,39	34,14	25,75	-9,93	25,75	15,82
4	2019			-0,26	0,00		8,51	7,93	-0,58	-0,26	-0,58	-0,84
5	2020			-6,08	-3,85		8,63	35,30	26,67	-9,93	26,67	16,74
6	2021			-0,26	0,00		8,88	9,46	0,58	-0,26	0,58	0,33
7	2022			-6,08	-3,85		9,13	35,30	26,17	-9,93	26,17	16,24
8	2023			-0,26	0,00		9,25	9,84	0,58	-0,26	0,58	0,33
9	2024			-6,08	-3,85		9,84	35,30	25,47	-9,93	25,47	15,53
10	2025			-0,26	0,00		9,84	9,84	0,00	-0,26	0,00	-0,26
11	2026			-6,08	-3,85		9,84	35,30	25,47	-9,93	25,47	15,53
12	2027			-0,26	0,00		9,84	9,84	0,00	-0,26	0,00	-0,26
13	2028			-6,08	-3,85		9,84	35,30	25,47	-9,93	25,47	15,53
14	2029			-0,26	0,00		9,84	9,84	0,00	-0,26	0,00	-0,26
15	2030			-6,08	-3,85		9,84	35,30	25,47	-9,93	25,47	15,53
16	2031			-0,26	0,00		9,84	9,84	0,00	-0,26	0,00	-0,26
17	2032			-6,08	-3,85		9,84	35,30	25,47	-9,93	25,47	15,53
18	2033			-0,26	0,00		9,84	9,84	0,00	-0,26	0,00	-0,26
19	2034			-6,08	-3,85		9,84	35,30	25,47	-9,93	25,47	15,53
20	2035			-0,26	0,00		9,84	9,84	0,00	-0,26	0,00	-0,26
21	2036			-6,08	-3,85		9,84	35,30	25,47	-9,93	25,47	15,53
22	2037			-0,26	0,00		9,84	9,84	0,00	-0,26	0,00	-0,26
23	2038			-6,08	-3,85		9,84	35,30	25,47	-9,93	25,47	15,53
24	2039			-0,26	0,00		9,84	9,84	0,00	-0,26	0,00	-0,26
25	2040			-6,08	-3,85		9,84	35,30	25,47	-9,93	25,47	15,53
26	2041			-0,26	0,00		9,84	9,84	0,00	-0,26	0,00	-0,26
27	2042			-6,08	-3,85		9,84	35,30	25,47	-9,93	25,47	15,53
28	2043			-0,26	0,00		9,84	9,84	0,00	-0,26	0,00	-0,26
29	2044			-6,08	-3,85		9,84	35,30	25,47	-9,93	25,47	15,53
30	2045			-0,26	0,00		9,84	9,84	0,00	-0,26	0,00	-0,26
VAN		-1,17	-192,34	-50,57	-27,25	0,00			173,78	-271,32	173,78	-97,53

Tabla 15-8
Evaluación Económica Proyecto Huenchullamí 1 - Precios de Mercado

Tasa anual de desc.	0,12					VAN	-162,4	Millones $		TIR	indet.
						IVAN	-1,33				
Valores en millones de pesos											
		Costos de:					Márgenes Agrícolas	Benef. por:	Totales		
Nº	Año	Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	Beneficios - Costos
0	2015	-0,82	-121,08	-5,88	0,00	0,00	1,30	1,30	0,00	-127,78	0,00	-127,78
1	2016			-5,95	-2,42	0,00	0,96	0,40	-0,56	-8,37	-0,56	-8,93
2	2017			-0,05	0,00	0,00	0,96	0,42	-0,54	-0,05	-0,54	-0,59
3	2018			-5,95	-2,42	0,00	0,97	1,22	0,25	-8,37	0,25	-8,12
4	2019			-0,05	0,00		0,97	0,62	-0,35	-0,05	-0,35	-0,40
5	2020			-5,95	-2,42		0,98	1,92	0,94	-8,37	0,94	-7,43
6	2021			-0,05	0,00		0,99	1,34	0,35	-0,05	0,35	0,30
7	2022			-5,95	-2,42		1,00	1,92	0,92	-8,37	0,92	-7,45
8	2023			-0,05	0,00		1,01	1,36	0,35	-0,05	0,35	0,30
9	2024			-5,95	-2,42		1,36	1,92	0,56	-8,37	0,56	-7,81
10	2025			-0,05	0,00		1,36	1,36	0,00	-0,05	0,00	-0,05
11	2026			-5,95	-2,42		1,36	1,92	0,56	-8,37	0,56	-7,81
12	2027			-0,05	0,00		1,36	1,36	0,00	-0,05	0,00	-0,05
13	2028			-5,95	-2,42		1,36	1,92	0,56	-8,37	0,56	-7,81
14	2029			-0,05	0,00		1,36	1,36	0,00	-0,05	0,00	-0,05
15	2030			-5,95	-2,42		1,36	1,92	0,56	-8,37	0,56	-7,81
16	2031			-0,05	0,00		1,36	1,36	0,00	-0,05	0,00	-0,05
17	2032			-5,95	-2,42		1,36	1,92	0,56	-8,37	0,56	-7,81
18	2033			-0,05	0,00		1,36	1,36	0,00	-0,05	0,00	-0,05
19	2034			-5,95	-2,42		1,36	1,92	0,56	-8,37	0,56	-7,81
20	2035			-0,05	0,00		1,36	1,36	0,00	-0,05	0,00	-0,05
21	2036			-5,95	-2,42		1,36	1,92	0,56	-8,37	0,56	-7,81
22	2037			-0,05	0,00		1,36	1,36	0,00	-0,05	0,00	-0,05
23	2038			-5,95	-2,42		1,36	1,92	0,56	-8,37	0,56	-7,81
24	2039			-0,05	0,00		1,36	1,36	0,00	-0,05	0,00	-0,05
25	2040			-5,95	-2,42		1,36	1,92	0,56	-8,37	0,56	-7,81
26	2041			-0,05	0,00		1,36	1,36	0,00	-0,05	0,00	-0,05
27	2042			-5,95	-2,42		1,36	1,92	0,56	-8,37	0,56	-7,81
28	2043			-0,05	0,00		1,36	1,36	0,00	-0,05	0,00	-0,05
29	2044			-5,95	-2,42		1,36	1,92	0,56	-8,37	0,56	-7,81
30	2045			-0,05	0,00		1,36	1,36	0,00	-0,05	0,00	-0,05
VAN		-0,82	-121,08	-31,38	-10,31	0,00			1,21	-163,59	1,21	-162,38

Tabla 15-9
Evaluación Económica Proyecto Huenchullamí 1 - Precios Sociales

Tasa anual de desc.	0,06					VAN	-127,2	Millones $		TIR	indet.
						IVAN	-1,50				
Valores en millones de pesos											
		Costos de:					Márgenes Agrícolas	Benef. por:	Totales		
Nº	Año	Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	Beneficios - Costos
0	2015	-0,82	-84,15	-5,76	0,00	0,00	1,32	1,32	0,00	-90,73	0,00	-90,73
1	2016			-5,83	-1,68	0,00	0,98	0,84	-0,14	-7,51	-0,14	-7,65
2	2017			-0,05	0,00	0,00	0,99	1,50	0,51	-0,05	0,51	0,46
3	2018			-5,83	-1,68	0,00	1,00	3,36	2,36	-7,51	2,36	-5,15
4	2019			-0,05	0,00		1,00	0,65	-0,35	-0,05	-0,35	-0,40
5	2020			-5,83	-1,68		1,01	4,06	3,05	-7,51	3,05	-4,46
6	2021			-0,05	0,00		1,03	1,38	0,35	-0,05	0,35	0,30
7	2022			-5,83	-1,68		1,04	4,06	3,02	-7,51	3,02	-4,49
8	2023			-0,05	0,00		1,05	1,40	0,35	-0,05	0,35	0,30
9	2024			-5,83	-1,68		1,40	4,06	2,66	-7,51	2,66	-4,85
10	2025			-0,05	0,00		1,40	1,40	0,00	-0,05	0,00	-0,05
11	2026			-5,83	-1,68		1,40	4,06	2,66	-7,51	2,66	-4,85
12	2027			-0,05	0,00		1,40	1,40	0,00	-0,05	0,00	-0,05
13	2028			-5,83	-1,68		1,40	4,06	2,66	-7,51	2,66	-4,85
14	2029			-0,05	0,00		1,40	1,40	0,00	-0,05	0,00	-0,05
15	2030			-5,83	-1,68		1,40	4,06	2,66	-7,51	2,66	-4,85
16	2031			-0,05	0,00		1,40	1,40	0,00	-0,05	0,00	-0,05
17	2032			-5,83	-1,68		1,40	4,06	2,66	-7,51	2,66	-4,85
18	2033			-0,05	0,00		1,40	1,40	0,00	-0,05	0,00	-0,05
19	2034			-5,83	-1,68		1,40	4,06	2,66	-7,51	2,66	-4,85
20	2035			-0,05	0,00		1,40	1,40	0,00	-0,05	0,00	-0,05
21	2036			-5,83	-1,68		1,40	4,06	2,66	-7,51	2,66	-4,85
22	2037			-0,05	0,00		1,40	1,40	0,00	-0,05	0,00	-0,05
23	2038			-5,83	-1,68		1,40	4,06	2,66	-7,51	2,66	-4,85
24	2039			-0,05	0,00		1,40	1,40	0,00	-0,05	0,00	-0,05
25	2040			-5,83	-1,68		1,40	4,06	2,66	-7,51	2,66	-4,85
26	2041			-0,05	0,00		1,40	1,40	0,00	-0,05	0,00	-0,05
27	2042			-5,83	-1,68		1,40	4,06	2,66	-7,51	2,66	-4,85
28	2043			-0,05	0,00		1,40	1,40	0,00	-0,05	0,00	-0,05
29	2044			-5,83	-1,68		1,40	4,06	2,66	-7,51	2,66	-4,85
30	2045			-0,05	0,00		1,40	1,40	0,00	-0,05	0,00	-0,05
VAN		-0,82	-84,15	-47,38	-11,92	0,00			17,12	-144,27	17,12	-127,15

Tabla 15-10
Evaluación Económica Proyecto El Valle - Precios de Mercado

Tasa anual de desc.	0,12					VAN	-249,9	Millones $		TIR	indet
						IVAN	-1,14				
Valores en millones de pesos											
		Costos de:					Márgenes Agrícolas	Benef. por:	Totales		
Nº	Año	Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	Beneficios - Costos
0	2015	-1,37	-218,13	-5,88	0,00	0,00	4,50	4,50	0,00	-225,37	0,00	-225,37
1	2016			-1,01	-4,36	0,00	4,28	4,28	0,00	-5,37	0,00	-5,37
2	2017			-0,81	0,00	0,00	4,40	4,45	0,05	-0,81	0,05	-0,75
3	2018			-1,01	-4,36	0,00	4,53	4,65	0,13	-5,37	0,13	-5,25
4	2019			-0,81	0,00		4,65	4,65	0,00	-0,81	0,00	-0,81
5	2020			-1,01	-4,36		4,78	5,35	0,57	-5,37	0,57	-4,80
6	2021			-0,81	0,00		5,03	5,38	0,35	-0,81	0,35	-0,46
7	2022			-1,01	-4,36		5,28	5,85	0,57	-5,37	0,57	-4,80
8	2023			-0,81	0,00		5,41	5,76	0,35	-0,81	0,35	-0,46
9	2024			-1,01	-4,36		5,76	5,98	0,22	-5,37	0,22	-5,15
10	2025			-0,81	0,00		5,76	5,76	0,00	-0,81	0,00	-0,81
11	2026			-1,01	-4,36		5,76	5,98	0,22	-5,37	0,22	-5,15
12	2027			-0,81	0,00		5,76	5,76	0,00	-0,81	0,00	-0,81
13	2028			-1,01	-4,36		5,76	5,98	0,22	-5,37	0,22	-5,15
14	2029			-0,81	0,00		5,76	5,76	0,00	-0,81	0,00	-0,81
15	2030			-1,01	-4,36		5,76	5,98	0,22	-5,37	0,22	-5,15
16	2031			-0,81	0,00		5,76	5,76	0,00	-0,81	0,00	-0,81
17	2032			-1,01	-4,36		5,76	5,98	0,22	-5,37	0,22	-5,15
18	2033			-0,81	0,00		5,76	5,76	0,00	-0,81	0,00	-0,81
19	2034			-1,01	-4,36		5,76	5,98	0,22	-5,37	0,22	-5,15
20	2035			-0,81	0,00		5,76	5,76	0,00	-0,81	0,00	-0,81
21	2036			-1,01	-4,36		5,76	5,98	0,22	-5,37	0,22	-5,15
22	2037			-0,81	0,00		5,76	5,76	0,00	-0,81	0,00	-0,81
23	2038			-1,01	-4,36		5,76	5,98	0,22	-5,37	0,22	-5,15
24	2039			-0,81	0,00		5,76	5,76	0,00	-0,81	0,00	-0,81
25	2040			-1,01	-4,36		5,76	5,98	0,22	-5,37	0,22	-5,15
26	2041			-0,81	0,00		5,76	5,76	0,00	-0,81	0,00	-0,81
27	2042			-1,01	-4,36		5,76	5,98	0,22	-5,37	0,22	-5,15
28	2043			-0,81	0,00		5,76	5,76	0,00	-0,81	0,00	-0,81
29	2044			-1,01	-4,36		5,76	5,98	0,22	-5,37	0,22	-5,15
30	2045			-0,81	0,00		5,76	5,76	0,00	-0,81	0,00	-0,81
VAN		-1,37	-218,13	-13,24	-18,57	0,00			1,39	-251,30	1,39	-249,91

Tabla 15-11
Evaluación Económica Proyecto El Valle - Precios Sociales

Tasa anual de desc.		0,06					VAN	-189,9	Millones $		TIR	indet
							IVAN	-1,24				
Valores en millones de pesos												
		Costos de:					Márgenes Agrícolas		Benef. por:	Totales		
Nº	Año	Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	Beneficios - Costos
0	2015	-1,37	-151,60	-5,76	0,00	0,00	9,50	9,50	0,00	-158,73	0,00	-158,73
1	2016			-0,99	-3,03	0,00	9,28	9,31	0,03	-4,02	0,03	-3,99
2	2017			-0,79	0,00	0,00	9,40	9,48	0,08	-0,79	0,08	-0,71
3	2018			-0,99	-3,03	0,00	9,52	9,69	0,17	-4,02	0,17	-3,85
4	2019			-0,79	0,00		9,64	9,64	0,00	-0,79	0,00	-0,79
5	2020			-0,99	-3,03		9,77	10,38	0,61	-4,02	0,61	-3,41
6	2021			-0,79	0,00		10,01	10,36	0,35	-0,79	0,35	-0,44
7	2022			-0,99	-3,03		10,25	10,86	0,61	-4,02	0,61	-3,41
8	2023			-0,79	0,00		10,38	10,73	0,35	-0,79	0,35	-0,44
9	2024			-0,99	-3,03		10,73	10,99	0,26	-4,02	0,26	-3,76
10	2025			-0,79	0,00		10,73	10,73	0,00	-0,79	0,00	-0,79
11	2026			-0,99	-3,03		10,73	10,99	0,26	-4,02	0,26	-3,76
12	2027			-0,79	0,00		10,73	10,73	0,00	-0,79	0,00	-0,79
13	2028			-0,99	-3,03		10,73	10,99	0,26	-4,02	0,26	-3,76
14	2029			-0,79	0,00		10,73	10,73	0,00	-0,79	0,00	-0,79
15	2030			-0,99	-3,03		10,73	10,99	0,26	-4,02	0,26	-3,76
16	2031			-0,79	0,00		10,73	10,73	0,00	-0,79	0,00	-0,79
17	2032			-0,99	-3,03		10,73	10,99	0,26	-4,02	0,26	-3,76
18	2033			-0,79	0,00		10,73	10,73	0,00	-0,79	0,00	-0,79
19	2034			-0,99	-3,03		10,73	10,99	0,26	-4,02	0,26	-3,76
20	2035			-0,79	0,00		10,73	10,73	0,00	-0,79	0,00	-0,79
21	2036			-0,99	-3,03		10,73	10,99	0,26	-4,02	0,26	-3,76
22	2037			-0,79	0,00		10,73	10,73	0,00	-0,79	0,00	-0,79
23	2038			-0,99	-3,03		10,73	10,99	0,26	-4,02	0,26	-3,76
24	2039			-0,79	0,00		10,73	10,73	0,00	-0,79	0,00	-0,79
25	2040			-0,99	-3,03		10,73	10,99	0,26	-4,02	0,26	-3,76
26	2041			-0,79	0,00		10,73	10,73	0,00	-0,79	0,00	-0,79
27	2042			-0,99	-3,03		10,73	10,99	0,26	-4,02	0,26	-3,76
28	2043			-0,79	0,00		10,73	10,73	0,00	-0,79	0,00	-0,79
29	2044			-0,99	-3,03		10,73	10,99	0,26	-4,02	0,26	-3,76
30	2045			-0,79	0,00		10,73	10,73	0,00	-0,79	0,00	-0,79
VAN		-1,37	-151,60	-18,06	-21,48	0,00			2,58	-192,50	2,58	-189,91

Tabla 15-12
Evaluación Económica Proyecto Reloca - Precios de Mercado

Tasa anual de desc.	0,12					VAN	-313,8	Millones $		TIR	indet.
						IVAN	-1,08				
Valores en millones de pesos											

		Costos de:					Márgenes Agrícolas		Benef. por:	Totales		
Nº	Año	Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	Beneficios - Costos
0	2015	-1,71	-289,41	-5,88	0,00	0,00	1,48	1,48	0,00	-297,00	0,00	-297,00
1	2016			-5,97	-5,79	0,00	1,40	3,53	2,13	-11,76	2,13	-9,63
2	2017			-5,97	-5,79	0,00	1,43	6,96	5,53	-11,76	5,53	-6,23
3	2018			-5,97	-5,79	0,00	1,46	12,67	11,20	-11,76	11,20	-0,56
4	2019			-5,97	-5,79		1,50	12,67	11,17	-11,76	11,17	-0,59
5	2020			-5,97	-5,79		1,53	12,90	11,37	-11,76	11,37	-0,39
6	2021			-0,07	0,00		1,60	1,71	0,12	-0,07	0,12	0,04
7	2022			-5,97	-5,79		1,66	12,90	11,24	-11,76	11,24	-0,52
8	2023			-5,97	-5,79		1,70	12,90	11,20	-11,76	11,20	-0,56
9	2024			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
10	2025			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
11	2026			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
12	2027			-0,07	0,00		1,81	1,81	0,00	-0,07	0,00	-0,07
13	2028			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
14	2029			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
15	2030			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
16	2031			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
17	2032			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
18	2033			-0,07	0,00		1,81	1,81	0,00	-0,07	0,00	-0,07
19	2034			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
20	2035			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
21	2036			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
22	2037			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
23	2038			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
24	2039			-0,07	0,00		1,81	1,81	0,00	-0,07	0,00	-0,07
25	2040			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
26	2041			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
27	2042			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
28	2043			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
29	2044			-5,97	-5,79		1,81	12,90	11,09	-11,76	11,09	-0,67
30	2045			-0,07	0,00		1,81	1,81	0,00	-0,07	0,00	-0,07
VAN		-1,71	-289,41	-48,13	-40,88	0,00			66,35	-380,14	66,35	-313,79

Tabla 15-13
Evaluación Económica Proyecto Reloca - Precios Sociales

Tasa anual de desc.	0,06					VAN	-115,0	Millones $		TIR	0,004
						IVAN	-0,57				

Valores en millones de pesos

Nº	Año	Costos de:					Márgenes Agrícolas		Benef. por:	Totales		Beneficios - Costos
		Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	
0	2015	-1,71	-201,14	-5,76	0,00	0,00	1,77	1,77	0,00	-208,62	0,00	-208,62
1	2016			-5,85	-4,02	0,00	1,69	5,57	3,88	-9,88	3,88	-6,00
2	2017			-5,85	-4,02	0,00	1,73	11,62	9,89	-9,88	9,89	0,02
3	2018			-5,85	-4,02	0,00	1,77	21,71	19,94	-9,88	19,94	10,07
4	2019			-5,85	-4,02		1,81	21,71	19,90	-9,88	19,90	10,03
5	2020			-5,85	-4,02		1,85	21,94	20,10	-9,88	20,10	10,22
6	2021			-0,07	0,00		1,93	2,04	0,12	-0,07	0,12	0,04
7	2022			-5,85	-4,02		2,00	21,94	19,94	-9,88	19,94	10,06
8	2023			-5,85	-4,02		2,04	21,94	19,90	-9,88	19,90	10,03
9	2024			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
10	2025			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
11	2026			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
12	2027			-0,07	0,00		2,16	2,16	0,00	-0,07	0,00	-0,07
13	2028			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
14	2029			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
15	2030			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
16	2031			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
17	2032			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
18	2033			-0,07	0,00		2,16	2,16	0,00	-0,07	0,00	-0,07
19	2034			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
20	2035			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
21	2036			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
22	2037			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
23	2038			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
24	2039			-0,07	0,00		2,16	2,16	0,00	-0,07	0,00	-0,07
25	2040			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
26	2041			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
27	2042			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
28	2043			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
29	2044			-5,85	-4,02		2,16	21,94	19,79	-9,88	19,79	9,91
30	2045			-0,07	0,00		2,16	2,16	0,00	-0,07	0,00	-0,07
VAN		-1,71	-201,14	-74,92	-47,44	0,00			210,20	-325,21	210,20	-115,01

Tabla 15-14
Evaluación Económica Proyecto Purapel - Precios de Mercado

Tasa anual de desc.	0,12					VAN	-13,3	Millones $		TIR	0,115
						IVAN	-0,04				
Valores en millones de pesos											
		Costos de:					Márgenes Agrícolas	Benef. por:	Totales		
Nº	Año	Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	Beneficios - Costos
0	2015	-0,39	-316,98	-5,88	0,00	0,00	1,02	1,02	0,00	-323,25	0,00	-323,25
1	2016			-7,03	-6,34	0,00	0,36	15,85	15,49	-13,37	15,49	2,11
2	2017			-0,92	0,00	0,00	0,41	40,20	39,79	-0,92	39,79	38,87
3	2018			-7,03	-6,34	0,00	0,45	96,44	95,98	-13,37	95,98	82,61
4	2019			-0,92	0,00		0,50	-0,20	-0,70	-0,92	-0,70	-1,62
5	2020			-7,03	-6,34		0,54	97,84	97,30	-13,37	97,30	83,92
6	2021			-0,92	0,00		0,63	1,33	0,70	-0,92	0,70	-0,22
7	2022			-7,03	-6,34		0,71	97,84	97,12	-13,37	97,12	83,75
8	2023			-0,92	0,00		0,76	1,46	0,70	-0,92	0,70	-0,22
9	2024			-7,03	-6,34		1,46	97,84	96,38	-13,37	96,38	83,01
10	2025			-0,92	0,00		1,46	1,46	0,00	-0,92	0,00	-0,92
11	2026			-7,03	-6,34		1,46	97,84	96,38	-13,37	96,38	83,01
12	2027			-0,92	0,00		1,46	1,46	0,00	-0,92	0,00	-0,92
13	2028			-7,03	-6,34		1,46	97,84	96,38	-13,37	96,38	83,01
14	2029			-0,92	0,00		1,46	1,46	0,00	-0,92	0,00	-0,92
15	2030			-7,03	-6,34		1,46	97,84	96,38	-13,37	96,38	83,01
16	2031			-0,92	0,00		1,46	1,46	0,00	-0,92	0,00	-0,92
17	2032			-7,03	-6,34		1,46	97,84	96,38	-13,37	96,38	83,01
18	2033			-0,92	0,00		1,46	1,46	0,00	-0,92	0,00	-0,92
19	2034			-7,03	-6,34		1,46	97,84	96,38	-13,37	96,38	83,01
20	2035			-0,92	0,00		1,46	1,46	0,00	-0,92	0,00	-0,92
21	2036			-7,03	-6,34		1,46	97,84	96,38	-13,37	96,38	83,01
22	2037			-0,92	0,00		1,46	1,46	0,00	-0,92	0,00	-0,92
23	2038			-7,03	-6,34		1,46	97,84	96,38	-13,37	96,38	83,01
24	2039			-0,92	0,00		1,46	1,46	0,00	-0,92	0,00	-0,92
25	2040			-7,03	-6,34		1,46	97,84	96,38	-13,37	96,38	83,01
26	2041			-0,92	0,00		1,46	1,46	0,00	-0,92	0,00	-0,92
27	2042			-7,03	-6,34		1,46	97,84	96,38	-13,37	96,38	83,01
28	2043			-0,92	0,00		1,46	1,46	0,00	-0,92	0,00	-0,92
29	2044			-7,03	-6,34		1,46	97,84	96,38	-13,37	96,38	83,01
30	2045			-0,92	0,00		1,46	1,46	0,00	-0,92	0,00	-0,92
VAN		-0,39	-316,98	-39,32	-26,98	0,00			370,41	-383,67	370,41	-13,25

Tabla 15-15
Evaluación Económica Proyecto Purapel - Precios Sociales

Tasa anual de desc.		0,06					VAN	536,8	Millones $		TIR	0,230
							IVAN	2,43				
Valores en millones de pesos												
		Costos de:					Márgenes Agrícolas		Benef. por:	Totales		
Nº	Año	Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	Beneficios - Costos
0	2015	-0,39	-220,30	-5,76	0,00	0,00	1,47	1,47	0,00	-226,45	0,00	-226,45
1	2016			-6,89	-4,41	0,00	0,85	22,45	21,60	-11,30	21,60	10,30
2	2017			-0,90	0,00	0,00	0,92	56,02	55,09	-0,90	55,09	54,19
3	2018			-6,89	-4,41	0,00	1,00	127,63	126,62	-11,30	126,62	115,32
4	2019			-0,90	0,00		1,08	0,38	-0,70	-0,90	-0,70	-1,60
5	2020			-6,89	-4,41		1,16	129,02	127,86	-11,30	127,86	116,56
6	2021			-0,90	0,00		1,32	2,02	0,70	-0,90	0,70	-0,21
7	2022			-6,89	-4,41		1,47	129,02	127,55	-11,30	127,55	116,25
8	2023			-0,90	0,00		1,55	2,25	0,70	-0,90	0,70	-0,21
9	2024			-6,89	-4,41		2,25	129,02	126,77	-11,30	126,77	115,47
10	2025			-0,90	0,00		2,25	2,25	0,00	-0,90	0,00	-0,90
11	2026			-6,89	-4,41		2,25	129,02	126,77	-11,30	126,77	115,47
12	2027			-0,90	0,00		2,25	2,25	0,00	-0,90	0,00	-0,90
13	2028			-6,89	-4,41		2,25	129,02	126,77	-11,30	126,77	115,47
14	2029			-0,90	0,00		2,25	2,25	0,00	-0,90	0,00	-0,90
15	2030			-6,89	-4,41		2,25	129,02	126,77	-11,30	126,77	115,47
16	2031			-0,90	0,00		2,25	2,25	0,00	-0,90	0,00	-0,90
17	2032			-6,89	-4,41		2,25	129,02	126,77	-11,30	126,77	115,47
18	2033			-0,90	0,00		2,25	2,25	0,00	-0,90	0,00	-0,90
19	2034			-6,89	-4,41		2,25	129,02	126,77	-11,30	126,77	115,47
20	2035			-0,90	0,00		2,25	2,25	0,00	-0,90	0,00	-0,90
21	2036			-6,89	-4,41		2,25	129,02	126,77	-11,30	126,77	115,47
22	2037			-0,90	0,00		2,25	2,25	0,00	-0,90	0,00	-0,90
23	2038			-6,89	-4,41		2,25	129,02	126,77	-11,30	126,77	115,47
24	2039			-0,90	0,00		2,25	2,25	0,00	-0,90	0,00	-0,90
25	2040			-6,89	-4,41		2,25	129,02	126,77	-11,30	126,77	115,47
26	2041			-0,90	0,00		2,25	2,25	0,00	-0,90	0,00	-0,90
27	2042			-6,89	-4,41		2,25	129,02	126,77	-11,30	126,77	115,47
28	2043			-0,90	0,00		2,25	2,25	0,00	-0,90	0,00	-0,90
29	2044			-6,89	-4,41		2,25	129,02	126,77	-11,30	126,77	115,47
30	2045			-0,90	0,00		2,25	2,25	0,00	-0,90	0,00	-0,90
VAN		-0,39	-220,30	-60,64	-31,21	0,00			849,30	-312,53	849,30	536,78

Tabla 15-16
Evaluación Económica Proyecto Chanco - Precios de Mercado

Tasa anual de desc.	0,12					VAN	-321,1	Millones $		TIR	indet.
						IVAN	-1,13				

Valores en millones de pesos

Nº	Año	Costos de:					Márgenes Agrícolas		Benef. por:	Totales		Beneficios - Costos
		Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	
0	2015	-1,85	-262,36	-5,88	0,00	-19,10	1,78	1,78	0,00	-289,20	0,00	-289,20
1	2016			-5,93	-5,25	0,00	1,69	2,40	0,70	-11,18	0,70	-10,47
2	2017			-0,04	0,00	0,00	1,71	3,66	1,95	-0,04	1,95	1,91
3	2018			-5,93	-5,25	0,00	1,74	5,78	4,04	-11,18	4,04	-7,14
4	2019			-0,04	0,00		1,76	1,65	-0,12	-0,04	-0,12	-0,16
5	2020			-5,93	-5,25		1,79	6,01	4,22	-11,18	4,22	-6,96
6	2021			-0,04	0,00		1,84	1,95	0,12	-0,04	0,12	0,07
7	2022			-5,93	-5,25		1,88	6,01	4,13	-11,18	4,13	-7,05
8	2023			-0,04	0,00		1,91	2,02	0,12	-0,04	0,12	0,07
9	2024			-5,93	-5,25		2,02	6,01	3,99	-11,18	3,99	-7,19
10	2025			-0,04	0,00		2,02	2,02	0,00	-0,04	0,00	-0,04
11	2026			-5,93	-5,25		2,02	6,01	3,99	-11,18	3,99	-7,19
12	2027			-0,04	0,00		2,02	2,02	0,00	-0,04	0,00	-0,04
13	2028			-5,93	-5,25		2,02	6,01	3,99	-11,18	3,99	-7,19
14	2029			-0,04	0,00		2,02	2,02	0,00	-0,04	0,00	-0,04
15	2030			-5,93	-5,25		2,02	6,01	3,99	-11,18	3,99	-7,19
16	2031			-0,04	0,00		2,02	2,02	0,00	-0,04	0,00	-0,04
17	2032			-5,93	-5,25		2,02	6,01	3,99	-11,18	3,99	-7,19
18	2033			-0,04	0,00		2,02	2,02	0,00	-0,04	0,00	-0,04
19	2034			-5,93	-5,25		2,02	6,01	3,99	-11,18	3,99	-7,19
20	2035			-0,04	0,00		2,02	2,02	0,00	-0,04	0,00	-0,04
21	2036			-5,93	-5,25		2,02	6,01	3,99	-11,18	3,99	-7,19
22	2037			-0,04	0,00		2,02	2,02	0,00	-0,04	0,00	-0,04
23	2038			-5,93	-5,25		2,02	6,01	3,99	-11,18	3,99	-7,19
24	2039			-0,04	0,00		2,02	2,02	0,00	-0,04	0,00	-0,04
25	2040			-5,93	-5,25		2,02	6,01	3,99	-11,18	3,99	-7,19
26	2041			-0,04	0,00		2,02	2,02	0,00	-0,04	0,00	-0,04
27	2042			-5,93	-5,25		2,02	6,01	3,99	-11,18	3,99	-7,19
28	2043			-0,04	0,00		2,02	2,02	0,00	-0,04	0,00	-0,04
29	2044			-5,93	-5,25		2,02	6,01	3,99	-11,18	3,99	-7,19
30	2045			-0,04	0,00		2,02	2,02	0,00	-0,04	0,00	-0,04
VAN		-1,85	-262,36	-31,28	-22,33	-19,10			15,86	-336,93	15,86	-321,07

Tabla 15-17
Evaluación Económica Proyecto Chanco - Precios Sociales

Tasa anual de desc.	0,06					VAN	-234,5	Millones $		TIR	indet.
						IVAN	-1,16				

Valores en millones de pesos

Nº	Año	Costos de:					Márgenes Agrícolas		Benef. por:	Totales		Beneficios - Costos
		Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	
0	2015	-1,85	-182,34	-5,76	0,00	-18,72	2,14	2,14	0,00	-208,68	0,00	-208,68
1	2016			-5,81	-3,65	0,00	2,05	3,18	1,13	-9,46	1,13	-8,34
2	2017			-0,04	0,00	0,00	2,08	5,08	3,00	-0,04	3,00	2,96
3	2018			-5,81	-3,65	0,00	2,11	8,26	6,15	-9,46	6,15	-3,31
4	2019			-0,04	0,00		2,14	2,02	-0,12	-0,04	-0,12	-0,16
5	2020			-5,81	-3,65		2,16	8,49	6,33	-9,46	6,33	-3,13
6	2021			-0,04	0,00		2,22	2,34	0,12	-0,04	0,12	0,08
7	2022			-5,81	-3,65		2,28	8,49	6,21	-9,46	6,21	-3,25
8	2023			-0,04	0,00		2,30	2,42	0,12	-0,04	0,12	0,08
9	2024			-5,81	-3,65		2,42	8,49	6,07	-9,46	6,07	-3,39
10	2025			-0,04	0,00		2,42	2,42	0,00	-0,04	0,00	-0,04
11	2026			-5,81	-3,65		2,42	8,49	6,07	-9,46	6,07	-3,39
12	2027			-0,04	0,00		2,42	2,42	0,00	-0,04	0,00	-0,04
13	2028			-5,81	-3,65		2,42	8,49	6,07	-9,46	6,07	-3,39
14	2029			-0,04	0,00		2,42	2,42	0,00	-0,04	0,00	-0,04
15	2030			-5,81	-3,65		2,42	8,49	6,07	-9,46	6,07	-3,39
16	2031			-0,04	0,00		2,42	2,42	0,00	-0,04	0,00	-0,04
17	2032			-5,81	-3,65		2,42	8,49	6,07	-9,46	6,07	-3,39
18	2033			-0,04	0,00		2,42	2,42	0,00	-0,04	0,00	-0,04
19	2034			-5,81	-3,65		2,42	8,49	6,07	-9,46	6,07	-3,39
20	2035			-0,04	0,00		2,42	2,42	0,00	-0,04	0,00	-0,04
21	2036			-5,81	-3,65		2,42	8,49	6,07	-9,46	6,07	-3,39
22	2037			-0,04	0,00		2,42	2,42	0,00	-0,04	0,00	-0,04
23	2038			-5,81	-3,65		2,42	8,49	6,07	-9,46	6,07	-3,39
24	2039			-0,04	0,00		2,42	2,42	0,00	-0,04	0,00	-0,04
25	2040			-5,81	-3,65		2,42	8,49	6,07	-9,46	6,07	-3,39
26	2041			-0,04	0,00		2,42	2,42	0,00	-0,04	0,00	-0,04
27	2042			-5,81	-3,65		2,42	8,49	6,07	-9,46	6,07	-3,39
28	2043			-0,04	0,00		2,42	2,42	0,00	-0,04	0,00	-0,04
29	2044			-5,81	-3,65		2,42	8,49	6,07	-9,46	6,07	-3,39
30	2045			-0,04	0,00		2,42	2,42	0,00	-0,04	0,00	-0,04
VAN		-1,85	-182,34	-47,21	-25,83	-18,72			41,41	-275,96	41,41	-234,54

Tabla 15-18
Evaluación Económica Proyecto Rahue - Precios de Mercado

Tasa anual de desc.	0,12					VAN	-608,9	Millones $		TIR	indet.
						IVAN	-1,10				
Valores en millones de pesos											
		Costos de:					Márgenes Agrícolas	Benef. por:	Totales		
Nº	Año	Terrenos	Construcción de las Obras (Induye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	Beneficios - Costos
0	2015	-5,48	-529,36	-5,88	0,00	-19,10	0,65	0,65	0,00	-559,83	0,00	-559,83
1	2016			-5,94	-10,59	0,00	0,43	1,31	0,87	-16,53	0,87	-15,66
2	2017			-0,05	0,00	0,00	0,45	2,99	2,54	-0,05	2,54	2,49
3	2018			-5,94	-10,59	0,00	0,46	5,80	5,33	-16,53	5,33	-11,20
4	2019			-0,05	0,00		0,48	0,25	-0,23	-0,05	-0,23	-0,28
5	2020			-5,94	-10,59		0,49	6,26	5,77	-16,53	5,77	-10,76
6	2021			-0,05	0,00		0,53	0,76	0,23	-0,05	0,23	0,18
7	2022			-5,94	-10,59		0,56	6,26	5,71	-16,53	5,71	-10,82
8	2023			-0,05	0,00		0,57	0,80	0,23	-0,05	0,23	0,18
9	2024			-5,94	-10,59		0,80	6,26	5,46	-16,53	5,46	-11,07
10	2025			-0,05	0,00		0,80	0,80	0,00	-0,05	0,00	-0,05
11	2026			-5,94	-10,59		0,80	6,26	5,46	-16,53	5,46	-11,07
12	2027			-0,05	0,00		0,80	0,80	0,00	-0,05	0,00	-0,05
13	2028			-5,94	-10,59		0,80	6,26	5,46	-16,53	5,46	-11,07
14	2029			-0,05	0,00		0,80	0,80	0,00	-0,05	0,00	-0,05
15	2030			-5,94	-10,59		0,80	6,26	5,46	-16,53	5,46	-11,07
16	2031			-0,05	0,00		0,80	0,80	0,00	-0,05	0,00	-0,05
17	2032			-5,94	-10,59		0,80	6,26	5,46	-16,53	5,46	-11,07
18	2033			-0,05	0,00		0,80	0,80	0,00	-0,05	0,00	-0,05
19	2034			-5,94	-10,59		0,80	6,26	5,46	-16,53	5,46	-11,07
20	2035			-0,05	0,00		0,80	0,80	0,00	-0,05	0,00	-0,05
21	2036			-5,94	-10,59		0,80	6,26	5,46	-16,53	5,46	-11,07
22	2037			-0,05	0,00		0,80	0,80	0,00	-0,05	0,00	-0,05
23	2038			-5,94	-10,59		0,80	6,26	5,46	-16,53	5,46	-11,07
24	2039			-0,05	0,00		0,80	0,80	0,00	-0,05	0,00	-0,05
25	2040			-5,94	-10,59		0,80	6,26	5,46	-16,53	5,46	-11,07
26	2041			-0,05	0,00		0,80	0,80	0,00	-0,05	0,00	-0,05
27	2042			-5,94	-10,59		0,80	6,26	5,46	-16,53	5,46	-11,07
28	2043			-0,05	0,00		0,80	0,80	0,00	-0,05	0,00	-0,05
29	2044			-5,94	-10,59		0,80	6,26	5,46	-16,53	5,46	-11,07
30	2045			-0,05	0,00		0,80	0,80	0,00	-0,05	0,00	-0,05
VAN		-5,48	-529,36	-31,37	-45,05	-19,10			21,43	-630,37	21,43	-608,94

Tabla 15-19
Evaluación Económica Proyecto Rahue - Precios Sociales

Tasa anual de desc.	0,06					VAN	-438,2	Millones $		TIR	indet.
						IVAN	-1,12				
Valores en millones de pesos											
Nº	Año	Costos de:					Márgenes Agrícolas		Benef. por:	Totales		Beneficios - Costos
		Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	
0	2015	-5,48	-367,91	-5,76	0,00	-18,72	0,72	0,72	0,00	-397,87	0,00	-397,87
1	2016			-5,82	-7,36	0,00	0,52	1,89	1,37	-13,18	1,37	-11,82
2	2017			-0,05	0,00	0,00	0,56	4,34	3,79	-0,05	3,79	3,74
3	2018			-5,82	-7,36	0,00	0,59	8,43	7,84	-13,18	7,84	-5,34
4	2019			-0,05	0,00		0,62	0,39	-0,23	-0,05	-0,23	-0,28
5	2020			-5,82	-7,36		0,66	8,89	8,24	-13,18	8,24	-4,95
6	2021			-0,05	0,00		0,73	0,96	0,23	-0,05	0,23	0,18
7	2022			-5,82	-7,36		0,80	8,89	8,10	-13,18	8,10	-5,09
8	2023			-0,05	0,00		0,83	1,07	0,23	-0,05	0,23	0,18
9	2024			-5,82	-7,36		1,07	8,89	7,83	-13,18	7,83	-5,35
10	2025			-0,05	0,00		1,07	1,07	0,00	-0,05	0,00	-0,05
11	2026			-5,82	-7,36		1,07	8,89	7,83	-13,18	7,83	-5,35
12	2027			-0,05	0,00		1,07	1,07	0,00	-0,05	0,00	-0,05
13	2028			-5,82	-7,36		1,07	8,89	7,83	-13,18	7,83	-5,35
14	2029			-0,05	0,00		1,07	1,07	0,00	-0,05	0,00	-0,05
15	2030			-5,82	-7,36		1,07	8,89	7,83	-13,18	7,83	-5,35
16	2031			-0,05	0,00		1,07	1,07	0,00	-0,05	0,00	-0,05
17	2032			-5,82	-7,36		1,07	8,89	7,83	-13,18	7,83	-5,35
18	2033			-0,05	0,00		1,07	1,07	0,00	-0,05	0,00	-0,05
19	2034			-5,82	-7,36		1,07	8,89	7,83	-13,18	7,83	-5,35
20	2035			-0,05	0,00		1,07	1,07	0,00	-0,05	0,00	-0,05
21	2036			-5,82	-7,36		1,07	8,89	7,83	-13,18	7,83	-5,35
22	2037			-0,05	0,00		1,07	1,07	0,00	-0,05	0,00	-0,05
23	2038			-5,82	-7,36		1,07	8,89	7,83	-13,18	7,83	-5,35
24	2039			-0,05	0,00		1,07	1,07	0,00	-0,05	0,00	-0,05
25	2040			-5,82	-7,36		1,07	8,89	7,83	-13,18	7,83	-5,35
26	2041			-0,05	0,00		1,07	1,07	0,00	-0,05	0,00	-0,05
27	2042			-5,82	-7,36		1,07	8,89	7,83	-13,18	7,83	-5,35
28	2043			-0,05	0,00		1,07	1,07	0,00	-0,05	0,00	-0,05
29	2044			-5,82	-7,36		1,07	8,89	7,83	-13,18	7,83	-5,35
30	2045			-0,05	0,00		1,07	1,07	0,00	-0,05	0,00	-0,05
VAN		-5,48	-367,91	-47,35	-52,12	-18,72			53,34	-491,58	53,34	-438,24

Tabla 15-20
Evaluación Económica Proyecto Pelluhue - Precios de Mercado

Tasa anual de desc.	0,12					VAN	-299,5	Millones $		TIR	indet.
						IVAN	-1,12				
Valores en millones de pesos											
		Costos de:					Márgenes Agrícolas	Benef. por:	Totales		
Nº	Año	Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	Beneficios - Costos
0	2015	-3,67	-264,40	-5,88	0,00	0,00	2,38	2,38	0,00	-273,96	0,00	-273,96
1	2016			-5,97	-5,29	0,00	1,94	2,65	0,72	-11,25	0,72	-10,54
2	2017			-0,07	0,00	0,00	1,96	4,46	2,50	-0,07	2,50	2,43
3	2018			-5,97	-5,29	0,00	1,98	7,48	5,50	-11,25	5,50	-5,76
4	2019			-0,07	0,00		2,01	1,54	-0,47	-0,07	-0,47	-0,53
5	2020			-5,97	-5,29		2,03	8,41	6,38	-11,25	6,38	-4,87
6	2021			-0,07	0,00		2,08	2,55	0,47	-0,07	0,47	0,40
7	2022			-5,97	-5,29		2,13	8,41	6,29	-11,25	6,29	-4,97
8	2023			-0,07	0,00		2,15	2,62	0,47	-0,07	0,47	0,40
9	2024			-5,97	-5,29		2,62	8,41	5,79	-11,25	5,79	-5,46
10	2025			-0,07	0,00		2,62	2,62	0,00	-0,07	0,00	-0,07
11	2026			-5,97	-5,29		2,62	8,41	5,79	-11,25	5,79	-5,46
12	2027			-0,07	0,00		2,62	2,62	0,00	-0,07	0,00	-0,07
13	2028			-5,97	-5,29		2,62	8,41	5,79	-11,25	5,79	-5,46
14	2029			-0,07	0,00		2,62	2,62	0,00	-0,07	0,00	-0,07
15	2030			-5,97	-5,29		2,62	8,41	5,79	-11,25	5,79	-5,46
16	2031			-0,07	0,00		2,62	2,62	0,00	-0,07	0,00	-0,07
17	2032			-5,97	-5,29		2,62	8,41	5,79	-11,25	5,79	-5,46
18	2033			-0,07	0,00		2,62	2,62	0,00	-0,07	0,00	-0,07
19	2034			-5,97	-5,29		2,62	8,41	5,79	-11,25	5,79	-5,46
20	2035			-0,07	0,00		2,62	2,62	0,00	-0,07	0,00	-0,07
21	2036			-5,97	-5,29		2,62	8,41	5,79	-11,25	5,79	-5,46
22	2037			-0,07	0,00		2,62	2,62	0,00	-0,07	0,00	-0,07
23	2038			-5,97	-5,29		2,62	8,41	5,79	-11,25	5,79	-5,46
24	2039			-0,07	0,00		2,62	2,62	0,00	-0,07	0,00	-0,07
25	2040			-5,97	-5,29		2,62	8,41	5,79	-11,25	5,79	-5,46
26	2041			-0,07	0,00		2,62	2,62	0,00	-0,07	0,00	-0,07
27	2042			-5,97	-5,29		2,62	8,41	5,79	-11,25	5,79	-5,46
28	2043			-0,07	0,00		2,62	2,62	0,00	-0,07	0,00	-0,07
29	2044			-5,97	-5,29		2,62	8,41	5,79	-11,25	5,79	-5,46
30	2045			-0,07	0,00		2,62	2,62	0,00	-0,07	0,00	-0,07
VAN		-3,67	-264,40	-31,53	-22,50	0,00			22,59	-322,11	22,59	-299,52

Tabla 15-21
Evaluación Económica Proyecto Pelluhue - Precios Sociales

Tasa anual de desc.	0,06					VAN	-200,3	Millones $		TIR	indet.
						IVAN	-1,07				
Valores en millones de pesos											
		Costos de:					Márgenes Agrícolas	Benef. por:	Totales		
Nº	Año	Terrenos	Construcción de las Obras (Incluye eq. de monitoreo y control)	Administración y Operación de las Obras	Manutención de las Obras	Mitigación, Reparación o Compensación de Impactos Ambientales	Situación s/Proyecto	Situación c/Proyecto	Márgenes Agrícolas Incrementales	Costos	Beneficios	Beneficios - Costos
0	2015	-3,67	-183,76	-5,76	0,00	0,00	2,67	2,67	0,00	-193,20	0,00	-193,20
1	2016			-5,85	-3,68	0,00	2,24	3,59	1,35	-9,52	1,35	-8,17
2	2017			-0,07	0,00	0,00	2,26	6,37	4,10	-0,07	4,10	4,03
3	2018			-5,85	-3,68	0,00	2,29	10,99	8,70	-9,52	8,70	-0,82
4	2019			-0,07	0,00		2,32	1,86	-0,47	-0,07	-0,47	-0,53
5	2020			-5,85	-3,68		2,35	11,92	9,57	-9,52	9,57	0,05
6	2021			-0,07	0,00		2,41	2,87	0,47	-0,07	0,47	0,40
7	2022			-5,85	-3,68		2,46	11,92	9,46	-9,52	9,46	-0,06
8	2023			-0,07	0,00		2,49	2,96	0,47	-0,07	0,47	0,40
9	2024			-5,85	-3,68		2,96	11,92	8,96	-9,52	8,96	-0,56
10	2025			-0,07	0,00		2,96	2,96	0,00	-0,07	0,00	-0,07
11	2026			-5,85	-3,68		2,96	11,92	8,96	-9,52	8,96	-0,56
12	2027			-0,07	0,00		2,96	2,96	0,00	-0,07	0,00	-0,07
13	2028			-5,85	-3,68		2,96	11,92	8,96	-9,52	8,96	-0,56
14	2029			-0,07	0,00		2,96	2,96	0,00	-0,07	0,00	-0,07
15	2030			-5,85	-3,68		2,96	11,92	8,96	-9,52	8,96	-0,56
16	2031			-0,07	0,00		2,96	2,96	0,00	-0,07	0,00	-0,07
17	2032			-5,85	-3,68		2,96	11,92	8,96	-9,52	8,96	-0,56
18	2033			-0,07	0,00		2,96	2,96	0,00	-0,07	0,00	-0,07
19	2034			-5,85	-3,68		2,96	11,92	8,96	-9,52	8,96	-0,56
20	2035			-0,07	0,00		2,96	2,96	0,00	-0,07	0,00	-0,07
21	2036			-5,85	-3,68		2,96	11,92	8,96	-9,52	8,96	-0,56
22	2037			-0,07	0,00		2,96	2,96	0,00	-0,07	0,00	-0,07
23	2038			-5,85	-3,68		2,96	11,92	8,96	-9,52	8,96	-0,56
24	2039			-0,07	0,00		2,96	2,96	0,00	-0,07	0,00	-0,07
25	2040			-5,85	-3,68		2,96	11,92	8,96	-9,52	8,96	-0,56
26	2041			-0,07	0,00		2,96	2,96	0,00	-0,07	0,00	-0,07
27	2042			-5,85	-3,68		2,96	11,92	8,96	-9,52	8,96	-0,56
28	2043			-0,07	0,00		2,96	2,96	0,00	-0,07	0,00	-0,07
29	2044			-5,85	-3,68		2,96	11,92	8,96	-9,52	8,96	-0,56
30	2045			-0,07	0,00		2,96	2,96	0,00	-0,07	0,00	-0,07
VAN		-3,67	-183,76	-47,62	-26,03	0,00			60,77	-261,09	60,77	-200,32

Tabla 15-22
Resumen de Resultados de las Evaluaciones Económicas

N°	PROYECTO	Precios de Mercado (Tasa = 12%)			Precios Sociales (Tasa = 6%)		
		VAN	TIR	IVAN	VAN	TIR	IVAN
		(Millones de $)	(%)		(Millones de $)	(%)	
1	Los Cuervos	-479,52	indet.	-1,16	-374,42	indet.	-1,30
2	Huenchullamí 3	-261,45	-7,94	-0,96	-87,80	1,19	-0,46
3	Huenchullamí 2	-271,20	-8,33	-0,98	-97,53	0,76	-0,50
4	Huenchullamí 1	-162,38	indet.	-1,33	-127,15	indet.	-1,50
5	El Valle	-249,91	indet.	-1,14	-189,91	indet.	-1,24
6	Reloca	-313,79	indet.	-1,08	-115,01	0,39	-0,57
7	**Purapel**	**-13,25**	**11,48**	**-0,04**	**536,78**	**22,96**	**2,43**
8	Chanco	-321,07	indet.	-1,13	-234,54	indet.	-1,16
9	Rahue	-608,94	indet.	-1,10	-438,24	indet.	-1,12
10	Pelluhue	-299,52	indet.	-1,12	-200,32	indet.	-1,07

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en algunos casos que la TIR resultó indeterminada, dado que para que se pueda determinar su valor se deben dar una serie de condiciones que no siempre están presentes, así por ejemplo, se tiene que la solución debe ser real, única y positiva. Esto ocurre si los flujos son bien comportados, es decir, tienen un solo cambio de signo o pasada por cero y éste debe ser de negativo a positivo, lo que equivale a plantear que:

- La inversión debe estar concentrada inicialmente (flujo neto inicial negativo).
- Es admisible tener pérdidas los primeros períodos (flujos netos negativos).
- En los períodos siguientes, al pasar los flujos netos de caja a positivos deben mantener dicho signo.

Condiciones que no se cumplen en más de la mitad de los casos evaluados.

15.1 Análisis de Sensibilidad

El método utilizado para las evaluaciones (Método del Presupuesto) es sensible a las variaciones en los supuestos y especificaciones relativas a rendimientos y costos de los insumos, por lo que se ha realizado un análisis de sensibilidad para dichas variables.

El análisis de sensibilidad tiene por objetivo determinar cómo varían los indicadores económicos sociales y privados (VAN, TIR e IVAN) frente a cambios en algunas de las variables, como costos (precios de mano de obra, precios de productos, divisa) y beneficios (precios y rendimientos de los cultivos).

Las variables mínimas para las que se solicita el análisis son: precio de la mano de obra, precio de la divisa, precio de los productos, rendimiento de los cultivos.

Las primeras dos variables (precio de la mano de obra y precio de la divisa) inciden directamente en los costos de construcción de las obras, ya que su ejecución contempla el uso de mano de obra y maquinaria importada, que depende de la divisa.

Las otras dos variables (precio de los productos y rendimientos de los cultivos), inciden en los beneficios agrícolas esperados. En los proyectos que se está evaluando, los costos de construcción de las obras son altos y las superficies agrícolas así como los mejoramientos respecto a la situación actual son tan pequeños, que variaciones de 10% o 20% en dichas variables no producen ningún cambio significativo en las evaluaciones económicas.

El análisis de sensibilidad se ha realizado considerando que los costos de las obras, que incluyen costos de precio de mano de obra y precio de la divisa, se reducen, para el Caso (1) en un 10% y para el Caso (2), en un 20%.

Complementariamente, y dado que en general los proyectos dan resultados negativos, se consideró un Caso (3), asociado a aumento de un 10% en los costos, sólo para el proyecto que resultó rentable en la situación base (Purapel).

A continuación se presenta el resumen de los resultados de los análisis de sensibilidad descritos en el párrafo anterior.

Tabla 15.1-1
Resumen de Evaluación Económica de los Proyectos
Análisis de Sensibilidad 1
Reducción de Costos de Construcción, Operación y Manutención en un 10%

N°	PROYECTO	Precios de Mercado (Tasa = 12%)			Precios Sociales (Tasa = 6%)		
		VAN	TIR	IVAN	VAN	TIR	IVAN
		(Millones de $)	(%)		(Millones de $)	(%)	
1	Los Cuervos	-434,01	indet.	-1,17	-340,64	indet.	-1,31
2	Huenchullamí 3	-231,32	-6,83	-0,95	-65,34	2,15	-0,38
3	Huenchullamí 2	-240,34	-7,21	-0,96	-74,60	1,69	-0,43
4	Huenchullamí 1	-148,60	indet.	-1,35	-116,89	indet.	-1,53
5	El Valle	-224,92	indet.	-1,14	-170,80	indet.	-1,24
6	Reloca	-280,10	indet.	-1,07	-89,45	1,34	-0,49
7	**Purapel**	**22,57**	**12,98**	**0,08**	**563,91**	**25,42**	**2,84**
8	Chanco	-291,98	indet.	-1,14	-213,09	indet.	-1,15
9	Rahue	-550,87	indet.	-1,10	-395,58	indet.	-1,11
10	Pelluhue	-270,18	indet.	-1,12	-178,66	indet.	-1,06

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15.1-2
Resumen de Evaluación Económica de los Proyectos
Análisis de Sensibilidad 2
Reducción de Costos de Construcción, Operación y Manutención en un 20%

	PROYECTO	Precios de Mercado (Tasa = 12%)			Precios Sociales (Tasa = 6%)		
		VAN	TIR	IVAN	VAN	TIR	IVAN
		(Millones de $)	(%)		(Millones de $)	(%)	
1	Los Cuervos	-388,50	indet.	-1,17	-306,87	indet.	-1,33
2	Huenchullamí 3	-201,18	-5,69	-0,93	-42,88	3,25	-0,28
3	Huenchullamí 2	-209,49	-6,06	-0,94	-51,67	2,76	-0,33
4	Huenchullamí 1	-134,83	indet.	-1,38	-106,62	indet.	-1,56
5	El Valle	-199,92	indet.	-1,14	-151,69	indet.	-1,24
6	Reloca	-246,41	indet.	-1,06	-63,90	2,42	-0,39
7	**Purapel**	**58,40**	**14,78**	**0,23**	**591,04**	**28,42**	**3,35**
8	Chanco	-262,88	indet.	-1,14	-191,63	indet.	-1,15
9	Rahue	-492,79	indet.	-1,10	-352,93	indet.	-1,11
10	Pelluhue	-240,83	indet.	-1,12	-157,00	indet.	-1,04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15.1-3
Resumen de Evaluación Económica del Proyecto Purapel
Análisis de Sensibilidad 3
Aumento de Costos de Construcción, Operación y Manutención en un 10% y en un 20%

	PROYECTO	Precios de Mercado (Tasa = 12%)			Precios Sociales (Tasa = 6%)		
		VAN	TIR	IVAN	VAN	TIR	IVAN
		(Millones de $)	(%)		(Millones de $)	(%)	
7	Purapel +10%	-49,08	10,20	-0,14	509,64	20,90	2,10
7	Purapel+20%	-84,90	9,10	-0,22	482,51	19,15	1,82

Fuente: Elaboración propia.

16 COMENTARIOS SOBRE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS PROYECTOS

Luego de realizar las evaluaciones económicas de los proyectos se puede señalar lo siguiente:

- Los resultados obtenidos son malos, esto se traduce en todos los proyectos (10) tienen VAN privado negativo y nueve (9) VAN social negativo. Sólo se tiene VAN social positivo en el proyecto Purapel.

- Es necesario señalar que se esperaba un resultado de este tipo, dado que en la zona se conjugan una serie de condiciones que atentan contra el buen resultado de proyectos de este tipo (recarga artificial de acuíferos).

- En particular se puede señalar que desde el punto de vista hidrológico, la disponibilidad de aguas sobrantes de invierno es limitada, ya que las precipitaciones que se producen en las pequeñas cuencas del secano, no son suficientes para abastecer estos proyectos con una frecuencia aceptable que permita pensar en desarrollos agrícolas más rentables, a diferencia de cuencas en la zona centro norte del país (Ligua, Petorca, Choapa) donde es posible proponer cambios en las estructuras de cultivos, incluso a frutales en algunos casos. En la zona del secano del Maule, sólo se puede pensar en cultivos anuales, de baja rentabilidad, para ser desarrollados, una vez cada dos años, en promedio.

- Desde el punto de vista agrológico, los suelos de buena calidad y con condiciones geomorfológicas e hidrogeológicas que permitan instalar en ellos sistemas de recarga artificial son muy limitados, lo que se traduce en proyectos pequeños en superficie, que no permiten distribuir los costos entre más hectáreas, con la consiguiente desventaja que ello implica.

- Desde el punto de vista hidrogeológico, las características de los suelos en los sectores de proyecto son de regulares a malas, debido principalmente a la presencia de materiales finos lo que da origen a permeabilidades bajas a muy bajas, por lo que para infiltrar los caudales de diseño se requieren superficies mayores que si la permeabilidad fuese más favorable.

- A la fecha, este Consultor ha evaluado económicamente casi una decena de proyectos de recarga artificial de acuíferos en otras zonas del país (Ligua, Petorca, Choapa y Quilimarí) utilizando la misma metodología. En esos sectores, las condiciones observadas son más favorables que en el secano del Maule, y aun así, sólo algunos de los proyectos resultaron rentables, por lo que no debe extrañar que los proyectos del presente estudio entreguen resultados desfavorables.

- De hecho, se debe destacar que pese a las condiciones desfavorables de la zona, hay un proyecto que resulta rentable desde el punto de vista social, el proyecto Purapel.

- En resumen, de los diez proyectos evaluados, sólo el proyecto Purapel entrega resultados sociales positivos. (Ver Tabla 16-1).

- Se realizó un análisis de sensibilidad considerando reducciones en los costos (mano de obra y divisa) de 10% y 20%, obteniéndose como resultado que el proyecto Purapel, pasó a tener VAN privado positivo para las dos condiciones evaluadas. El resto de los proyectos mantuvo sus indicadores negativos.

Tabla 16-1
Resumen de Resultados de la Evaluación Económica y Análisis de Sensibilidad
Proyecto Purapel

N°	Proyecto	Escenario	Precios de Mercado (Tasa = 12%)			Precios Sociales (Tasa = 6%)		
			VAN	TIR	IVAN	VAN	TIR	IVAN
			(Millones de $)	(%)		(Millones de $)	(%)	
7	Purapel	Base	-13,25	11,48	-0,04	536,78	22,96	2,43
		Costos (– 10%)	22,57	12,98	0,08	563,91	25,42	2,84
		Costos (– 20%)	58,40	14,78	0,23	591,04	28,42	3,35
		Costos (+ 10%)	-49,08	10,20	-0,14	509,64	20,90	2,10
		Costos (+ 20%)	-84,90	9,10	-0,22	482,51	19,15	1,82

Fuente: Elaboración propia.

- Se observa que para las condiciones más desfavorables del análisis de sensibilidad, es decir, considerando aumentos en los costos de 10% y 20%, el proyecto se mantiene con resultados sociales positivos.

- Los factores que diferencian a este proyecto del resto son: el valor del coeficiente de permeabilidad, siendo el tercer valor más alto, y del orden de los valores máximos registrados; la superficie disponible, es la máxima del total de proyectos y el costo por hectárea, que es el mínimo registrado. Esta combinación virtuosa genera las condiciones para que sea el único proyecto con resultados positivos de la evaluación económica, a precios sociales. A precios privados, ninguno entrega indicadores positivos.

17 COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

A continuación se presentan los principales comentarios y conclusiones que se derivan de la realización del estudio.

El secano costero de la Región del Maule incluye 28 subcuencas, desde el límite con la Región del Libertador B. O'Higgins por el Norte hasta el límite con la Región del Bío-Bío, por el Sur, de éstas, sólo se excluyeron del análisis las subcuencas de Los Puercos Bajos y de Tutuvén, ya que disponen de infraestructura de riego, por lo que el área de estudio quedó conformada por un total de 26 subcuecas.

El estudio, en términos generales, incluyó un análisis hidrológico e hidrogeológico de las cuencas del secano de la región del Maule, con el objetivo de identificar potenciales zonas favorables para la recarga artificial de acuíferos.

Para ello, se realizó una recopilación y revisión de antecedentes, hidrológicos, hidrogeológicos, agroeconómicos y de derechos de aguas, necesarios para caracterizar la zona de estudio.

Adicionalmente, se realizó una visita inicial a terreno que comprendió un recorrido de las 26 subcuencas del secano que conforman el área de estudio, tendiente a identificar preliminarmente sectores favorables y a descartar sectores que no presentasen condiciones geomorfológicas o de uso actual compatibles con la recarga artificial de acuíferos.

Se realizó una caracterización socioeconómica de las subcuencas y se realizaron estudios básicos (hidrológicos, hidrogeológicos, uso actual y derechos de aguas, calidad de aguas, estudio agroeconómico) los que permitieron identificar 19 sectores favorables, dentro de las 26 subcuencas.

Se elaboró una propuesta a nivel conceptual de las obras que permitirían realizar recarga artificial en dichos 19 sectores, la propuesta consideró realizar la recarga con recursos de la propia cuenca, como con recursos importados, vía trasvase, en los casos en que se estimó podría existir recursos superficiales en cauces alternativos cercanos.

Se definió un índice de aptitud para recibir recarga artificial, de forma de poder ordenar priorizadamente los sectores de proyecto. Dicho índice consideró como variables relevantes para cada sector; la profundidad del nivel estático, el coeficiente de permeabilidad y el volumen susceptible de ser saturado.

Posteriormente se evaluó la disponibilidad de aguas superficiales para realizar la recarga en cada sector, determinándose que los recursos son muy escasos, ya que para probabilidad de excedencia 85%, que equivale aproximadamente a disponer de aguas de invierno 5 de cada 6 años, sólo hay un sector (Reloca) donde existirían caudales disponibles en el período Mayo – Septiembre. En el resto de los sectores,

hay 12 de ellos que tendrían disponibilidad considerando un 50% de probabilidad de excedencia, es decir, uno de cada dos años, en tanto en el resto, la disponibilidad es menor aún.

A partir de la disponibilidad determinada para cada sector, se eligió los 10 sectores donde se desarrolló a nivel de perfil los proyectos de recarga artificial de acuíferos.

Es importante señalar que si bien la zona del secano costero de la Región del Maule es una zona que requiere mejorar la disponibilidad de agua para uso agrícola, lo que permitiría que parte de la superficie que se utiliza en cultivos de secano pudiese pasar a cultivos de riego, luego de analizar las características hidrogeológicas de los rellenos sedimentarios y los regímenes hidrológicos que caracterizan la zona (pluvial), los proyectos de recarga artificial no parecen ser la solución que se requiere. Esto debido a que los pocos sectores que se pudo identificar como geomorfológicamente favorables, en general tienen rellenos sedimentarios con alta presencia de materiales finos, lo que se traduce en bajas tasas de infiltración.

Como consecuencia de lo señalado, los sectores seleccionados, a pesar de ser los más favorables dentro del universo identificado, no son comparables a proyectos que han sido elaborados en otras regiones, como los de La Ligua y Petorca, por lo que era esperable que las evaluaciones técnico-económicas no tuviesen resultados positivos.

No obstante, a pesar del escenario poco auspicioso que se generó a la luz del estudio más detallado de las condiciones hidrogeológicas e hidrológicas específicas de cada sector, se elaboraron los proyectos de perfil de las obras que permitirían la recarga artificial de los acuíferos.

En forma complementaria al diseño de las obras, se analizó los aspectos legales asociados a la materialización de estos proyectos, con el objetivo de tener claridad respecto del marco legal que regula la construcción y operación de estos sistemas. Se determinó que de acuerdo a la naturaleza y envergadura de los proyectos, no están obligados a ingresa al sistema de Evaluación Ambiental. Sin embargo, en dos de los diez casos, se recomienda el ingreso voluntario, vía DIA, considerando que se ubican en las cercanías de una Reserva Nacional (Proyectos Chanco y Rahue, cercanos a la Reserva Nacional Federico Albert).

Además, como parte de dicho análisis se realizó una actividad de Focus Group, donde participó una treintena de profesionales de servicios públicos y del ámbito privado, que discutieron sobre las diferentes variables que dan forma al marco legal que regula la recarga artificial de acuíferos en Chile y se sacaron interesantes conclusiones que dieron origen a un documento que se envió a los participantes. Dichas conclusiones se presentan en el capítulo 10.2.

Se desarrollaron, a nivel de perfil, los proyectos de obras de recarga artificial de acuíferos para 10 sectores del secano costero de la Región del Maule. El análisis

detallado de las condiciones hidrogeológicas de las cuencas permitió determinar que las condiciones en la zona no son favorables para este tipo de proyectos, debido a que en general: la disponibilidad de aguas de invierno es muy baja para la condición 85% de probabilidad de excedencia (se diseñó considerando caudales 50% de probabilidad de excedencia en 9 de los 10 casos) y los coeficientes de permeabilidad son muy bajos por el tipo de material presente en los rellenos más superficiales.

Se proyectó obras de recarga a nivel de perfil que consideran Zanjas de Infiltración en 7 de los 10 sectores y Piscinas de Infiltración en los 3 restantes.

En tres de los diez sectores, la permeabilidad determinada resultó tan baja, que el área requerida para infiltrar es tanto o más grande que el sector mismo. No obstante, se procedió a evaluar igualmente los sectores con obras de recarga adecuadas a las superficies disponibles, se determinó los costos de dichas obras y la superficie que efectivamente se beneficiaría con dichas obras, determinándose que en dos casos (Los Cuervos y El Valle), no sería factible realizar recarga artificial a menos que, con nuevas prospecciones, se determine que a mayor profundidad que la de las calicatas de las pruebas de infiltración (2 m), hay mejores condiciones de permeabilidad. En estos dos proyectos, se tenía la opción de considerar trasvases de agua, alternativa de mayor costo y que sería considerada en el caso que los recursos de invierno de la cuenca fuesen insuficientes para el riego de la superficie beneficiada, lo que no ocurrió, por lo que no fue necesario proyectar dichos trasvases.

Se realizó la evaluación ambiental de los proyectos, determinándose que aún cuando no están obligados a ingresar al SEIA, en algunos sectores, como los asociados al río Huenchullamí, la presencia de fauna acuática vulnerable y en peligro sugiere descartar esos proyectos, o estudiar con mayor detalle la implementación de medidas de mitigación, tendientes a la conservación de dichas especies. En otros sectores, como Chanco, Rahue, Pelluhue, Reloca y Los Cuervos, aun cuando también se identificaron especies de fauna acuática en categoría de conservación, que requerirían la implementación de medidas de mitigación, es posible la evaluación de las alternativas en aquellos sectores donde ya se presentan alteraciones al hábitat acuático por perturbaciones antrópicas. Para los proyectos Chanco y Rahuie se propone su ingreso al SEIA en forma voluntaria, via DIA, considerando que se ubican relativamente cercanos a la Reserva Nacional Federico Albert. Finalmente, desde el punto de vista ambiental, sólo los sectores El Valle y Purapel Bajo presentan condiciones adecuadas para la construcción y operación de sistemas de recargas por infiltración, considerando que no presentan especies en categoría de conservación y bajo ningún tipo de protección oficial.

Se determinó los costos de construcción que tendrían las obras de recarga artificial y monitoreo para cada proyecto y a partir de ello, se han determinado los costos unitarios de recarga por hectárea beneficiada, observándose que solo uno de los proyectos (Purapel) presenta un costo mayor pero comparable al rango de valores

observados en proyectos similares en otras regiones (La Ligua y Petorca, Región de Valparaíso, estudio CNR “Mejoramiento de Agua Subterránea para Riego Ligua y Petorca”, 2013), mientras que el resto presenta valores superiores y muy superiores, debido principalmente a que las superficies beneficiadas son muy pequeñas, por lo que los mejoramientos en los márgenes agrícolas no permiten absorber los altos costos asociados a la construcción y operación de las obras.

Se realizó una evaluación agronómica de los proyectos, que permitió establecer los flujos de márgenes agrícolas para las condiciones con y sin proyecto, antecedentes que fueron utilizados para realizar las evaluaciones económicas de los proyectos.

Los resultados obtenidos son malos, esto se traduce en que los diez (10) proyectos tienen VAN privado negativo y nueve (9) VAN social negativo. Sólo se tiene VAN social positivo en el proyecto Purapel.

Es necesario señalar que se esperaba un resultado de este tipo, dado que en la zona se conjugan una serie de condiciones que atentan contra el buen resultado de proyectos de este tipo (recarga artificial de acuíferos). En particular se puede señalar que desde el punto de vista hidrológico, la disponibilidad de aguas sobrantes de invierno es limitada, ya que las precipitaciones que se producen en las pequeñas cuencas del secano, no son suficientes para abastecer estos proyectos con una frecuencia aceptable que permita pensar en desarrollos agrícolas más rentables, a diferencia de cuencas en la zona centro norte del país (Ligua, Petorca, Choapa) donde es posible proponer cambios en las estructuras de cultivos, incluso a frutales en algunos casos. En la zona del secano del Maule, sólo se puede pensar en cultivos anuales, de baja rentabilidad, para ser desarrollados, una vez cada dos años, en promedio.

Desde el punto de vista agrológico, los suelos de buena calidad y con condiciones geomorfológicas e hidrogeológicas que permitan instalar en ellos sistemas de recarga artificial son muy limitados, lo que se traduce en proyectos pequeños en superficie, que no permiten distribuir los costos entre más hectáreas, con la consiguiente desventaja que ello implica.

Desde el punto de vista hidrogeológico, las características de los suelos en los sectores de proyecto son de regulares a malas, debido principalmente a la presencia de materiales finos lo que da origen a permeabilidades bajas a muy bajas, por lo que para infiltrar los caudales de diseño se requieren superficies mayores que si la permeabilidad fuese más favorable.

A la fecha, este Consultor ha evaluado económicamente casi una decena de proyectos de recarga artificial de acuíferos en otras zonas del país (Ligua, Petorca, Choapa y Quilimarí) utilizando la misma metodología. En esos sectores, las condiciones observadas son más favorables que en el secano del Maule, y aun así, sólo algunos de los proyectos resultaron rentables, por lo que no debe extrañar que los proyectos del presente estudio entreguen resultados desfavorables.

De hecho, se debe destacar que pese a las condiciones desfavorables de la zona, hay un proyecto que resulta rentable desde el punto de vista social, el proyecto Purapel.

En resumen, de los diez proyectos evaluados, sólo el proyecto Purapel entrega resultados sociales positivos. (Ver Tabla 17-1).

Se realizó un análisis de sensibilidad considerando variaciones en los costos (mano de obra y divisa) de 10% y 20%, obteniéndose como resultado que el proyecto Purapel, pasó a tener VAN privado positivo para las dos condiciones de reducción de costos evaluadas. El resto de los proyectos mantuvo sus indicadores negativos.

Tabla 17-1
Resumen de Resultados de la Evaluación Económica y Análisis de Sensibilidad
Proyecto Purapel

N°	Proyecto	Escenario	Precios de Mercado (Tasa = 12%)			Precios Sociales (Tasa = 6%)		
			VAN	TIR	IVAN	VAN	TIR	IVAN
			(Millones de $)	(%)		(Millones de $)	(%)	
7	Purapel	Base	-13,25	11,48	-0,04	536,78	22,96	2,43
		Costos (– 10%)	22,57	12,98	0,08	563,91	25,42	2,84
		Costos (– 20%)	58,40	14,78	0,23	591,04	28,42	3,35
		Costos (+ 10%)	-49,08	10,20	-0,14	509,64	20,90	2,10
		Costos (+ 20%)	-84,90	9,10	-0,22	482,51	19,15	1,82

Fuente: Elaboración propia.

Para las condiciones más desfavorables del análisis de sensibilidad, es decir, considerando aumentos en los costos de 10% y 20%, el proyecto Purapel se mantiene con resultados sociales positivos.

Los factores que diferencian a este proyecto del resto son: el valor del coeficiente de permeabilidad, siendo el tercer valor más alto, y del orden de los valores máximos registrados; la superficie disponible, es la máxima del total de proyectos y el costo por hectárea, que es el mínimo registrado. Esta combinación virtuosa genera las condiciones para que sea el único proyecto con resultados positivos de la evaluación económica, a precios sociales. A precios privados, ninguno entrega indicadores positivos.

18 GLOSARIO

A continuación se indica a que corresponden las principales siglas y abreviaturas utilizadas en el informe.

- K: Coeficiente de Permeabilidad (Longitud/Tiempo).
- T: Coeficiente de Transmisibilidad (Superficie/Tiempo).
- GE: Gasto Específico (Volumen/(Tiempo x Longitud))
- Q: Caudal (Volumen/Tiempo).
- mill: millones.
- ha: hectárea.
- WGS84: sistema de coordenadas geográficas mundial. WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984).
- UTM: Unidad Tributaria Mensual.
- MPL: Modelo pluvial.
- Arcview: Software, Sistema de Información Geográfica, del inglés Geographic Information System, producido por la empresa ESRI.
- pH: Potencial de Hidrógeno, es una medida de acidez de una solución.
- min: mínimo.
- max: máximo.
- N.E.: Nivel Estático (Longitud).
- N.D.: Nivel Dinámico (Longitud).
- I-NE: Índice de Profundidad de Nivel Estático.
- I-K: Índice de Permeabilidad.
- Sup: Superficie de Sector Propuesto para Recarga (Superficie).
- I-VOL: Índice de Volumen Susceptible de ser Saturado.
- Índice compuesto: Índice Compuesto a partir de los Índices I-NE, I-K, I-VOL.
- E(m): Coordenada Este (metros).
- N(m): Coordenada Norte (metros).
- elev.: Elevación (Longitud)
- Pto.: Punto.
- Est.: Estero.
- Trasv.: Trasvase.
- Mataq.: Mataquito.
- Res o Resol.: Resolución.
- l/s: litros por segundo.
- $: Pesos chilenos.
- VAN: Valor Actualizado Neto.
- TIR: Tasa Interna de Retorno.
- IVAN: Índice de Valor Actualizado Neto.
- DS: Decreto Supremo.
- Prom: Promedio.
- DesvEst: Desviación Estándar.

- Cv: Coeficiente de Variación.
- Rc: Coeficiente de Determinación (Coeficiente R) de los Caudales Observados Mensuales
- Rpm: Coeficiente de Determinación (Coeficiente R) asociado a los Caudales Promedios Mensuales Generados.
- Rpa: Coeficiente de Determinación (Coeficiente R) asociado a los Caudales Promedio Anuales Generados.
- Dif: Diferencia.
- Pmin: Porcentaje de la lluvia que se manifiesta como escorrentía superficial inmediata.
- Hmax: Espesor de la Lámina de Agua Correspondiente al Estado de Saturación (Longitud).
- FC: Capacidad de Infiltración del Suelo Saturado.
- ALFA: Variación de la tasa de infiltración por unidad de variación del grado de humedad, es decir, ALFA = -df/ds.
- Smin: Grado de humedad correspondiente al punto de marchitez permanente.
- Scrit: Grado de humedad crítico bajo el cual la tasa de evapotranspiración real decrece linealmente.
- Scc: Grado de humedad correspondiente a capacidad de campo.
- Sol: Solicitud (de derechos de agua).
- TD: Tipo de Derecho.
- NAT: Naturaleza del Agua del Derecho Solicitado.
- SUB: Subterránea.
- SUP: Superficial.
- QSol: Caudal Solicitado (Volumen/Tiempo)
- Qot: Caudal Otorgado (Volumen/Tiempo)
- DES: Desistido.
- P-REG: Pendiente en Región.
- REF: Referencia.
- Situación Actual (SA): Situación Actual Agropecuaria.
- Situación Futura (SF): Situación Futura Agropecuaria, optimizando parámetros y cultivos.
- Situación Con Proyecto (SCP): Situación Futura Agropecuaria, beneficiándose del proyecto.
- Situación Sin Proyecto (SSP): Situación Agropecuaria sin el beneficio del proyecto.
- E-SIIR: Sistema de Información Integral de Riego.
- SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios.
- ODEPA: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias.
- FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- CNR: Comisión Nacional de Riego.
- MIDESO: Ministerio de Desarrollo Social.
- SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- DIA: Declaración de Impacto Ambiental.

- DGA: Dirección General de Aguas.
- DOH: Dirección de Obras Hidráulicas.
- CIREN: Centro de Información de Recursos Naturales.
- CORFO: Corporación de Fomento de la Producción.
- INE: Instituto Nacional de Estadísticas.
- SNASPE: Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.
- INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario.
- CEDEC: Empresa Consultora de Ingeniería.

Santiago, Noviembre de 2014.