



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LAS CUENCAS DE LAS ISLAS CHILOÉ Y CIRCUNDANTES

INFORME FINAL

**REALIZADO POR
HIDROGESTIÓN S.A.**

S.I.T. N° 507

SANTIAGO, DICIEMBRE DE 2022

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas

Sr. Juan Carlos García Pérez de Arce, Arquitecto

Director General de Aguas

Sr. Rodrigo Sanhueza Bravo, Ingeniero Civil en Industrias Forestales

Jefa (S) División Estudios y Planificación

Sra. Andrea Osses Vargas, Ingeniero Civil

Inspector Fiscal

Sr. Sebastián Menares Lira, Geólogo

Inspectores Fiscales Subrogantes

Sr. Maximiliano Bolados Arratia, Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

Sr. Javier Vidal Reyes, Ingeniero Agrónomo

Consultora

Jefe de Proyecto

Sr. Claudio Reyes Hurtado, Ingeniero Forestal

Especialistas y Profesionales

Sr. Eugenio Celedón Cariola, Ingeniero Civil

Sr. Eugenio Celedón Correa, Ingeniero Civil

Sr. Alejandro Rodríguez Lazcano, Ingeniero Civil

Sra. Vanessa Mancisidor Univaso, Periodista

Sr. Víctor Gómez Coa, Geógrafo

Sra. Karina Aguilera Casanueva, Bióloga

Sra. Virginia Carter Gamberini, Geógrafa PhD

Sr. Marcial Valenzuela Celis, Ingeniero Forestal

Sr. Diego Carpentier Nazal, Ingeniero Civil

Sr. Diego Niklitschek Flores, Ingeniero Civil

Sr. Sebastián Carvajal Marambio, Geólogo

Sra. Yumisleidys Sánchez Sánchez, Geóloga

Sra. Camila Contreras Suazo, Ingeniera Civil

Sra. Carolina Varas Valiente, Relacionadora Pública

Sr. Cristián Jordán Díaz, Ingeniero Forestal PhD

Sr. Simón France Lanás, Sociólogo

Índice del Informe Final

	Página
1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO	22
1.1 Introducción	22
1.2 Objetivos.....	27
1.2.1 Objetivo general	27
1.2.2 Objetivos específicos del Plan Estratégico	27
2 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA	28
2.1 Dimensión Física	28
2.1.1 Geología y geomorfología	28
2.1.2 Hidrología	42
2.1.3 Ciudades y población	44
2.2 Clima	61
2.2.1 Caracterización Climática	61
2.2.2 Eventos Extremos y Variabilidad Climática.....	64
2.2.3 Escenarios de Cambio Climático	66
2.3 Dimensión Ambiental	67
2.3.1 Unidades Ecosistémicas	67
2.3.2 Áreas Silvestres Protegidas.....	84
2.3.3 Nieves y Glaciares	89
2.4 Infraestructura Hídrica	89
2.4.1 Infraestructura sanitaria.....	89
2.4.2 Infraestructura hidráulica	94
2.4.3 Redes de medición	94
2.5 Nuevas fuentes de agua	97
2.5.1 Captura de aguas lluvias	97
2.5.2 Tranques de regulación	97
2.5.3 Uso de Aguas Servidas Tratadas (Reutilización)	97
2.5.4 Desalinización	98
2.6 Gobernanza del Agua a Nivel de Cuenca	98



2.6.1	Agentes	99
2.6.2	Brechas de coordinación e información entre actores	109
3	DEMANDA FÍSICA Y LEGAL	113
3.1	Demanda para Uso Humano	113
3.1.1	Demanda actual	113
3.1.2	Demanda histórica y proyectada	114
3.1.3	Eficiencia de uso	115
3.1.4	Demanda legal	116
3.2	Necesidades Mínimas Ambientales	117
3.2.1	Sistemas protegidos	117
3.2.2	Caudal ecológico	118
3.3	Demanda Agrícola bajo riego	119
3.3.1	Demanda actual	120
3.3.2	Demanda proyectada	122
3.3.3	Eficiencia de riego	122
3.3.4	Demanda de Agrícola de secano	122
3.3.5	Demanda legal	123
3.4	Demanda pecuaria	124
3.4.1	Demanda actual	124
3.4.2	Demanda histórica y proyectada	125
3.4.3	Demanda legal	125
3.5	Demanda Industrial	126
3.5.1	Demanda actual	126
3.5.2	Demanda histórica y proyectada	127
3.5.3	Demanda legal	128
3.6	Demanda forestal	129
3.6.1	Demanda actual	129
3.6.2	Demanda histórica y proyectada	129
3.6.3	Demanda legal	130
3.7	Otras demandas	130



3.8	Síntesis de la demanda	132
4	OFERTA HÍDRICA	133
4.1	Aguas Superficiales.....	133
4.1.1	Hidrología	133
4.1.2	Oferta en la fuente	135
4.1.3	Calidad del agua	141
4.1.4	Fuentes de contaminación	146
4.1.5	Derechos concedidos	147
4.2	Aguas Subterráneas.....	149
4.2.1	Hidrogeología	149
4.2.2	Oferta en la Fuente	150
4.2.3	Calidad del Agua	154
4.2.4	Fuentes de contaminación	158
4.2.5	Derechos concedidos	158
5	BALANCE DE AGUA	160
5.1	Modelo de simulación.....	160
5.1.1	Modelo conceptual hidrogeológico	160
5.1.2	Descripción del Modelo superficial elaborado.....	173
5.1.3	Escenarios de Cambio Climático	176
5.1.4	Balance de Agua Actual.....	177
5.1.5	Balance de Agua Proyectado.....	181
5.2	Brechas Hídricas.....	183
5.2.1	Seguridad Hídrica para las Personas	184
5.2.2	Seguridad Hídrica para los Ecosistemas.....	193
5.2.3	Seguridad Hídrica para las Actividades Productivas.....	216
5.2.4	Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos y Contaminación	219
5.2.5	Gestión Institucional.....	221
5.2.6	Gobernanza	223
5.3	Sustentabilidad de Acuíferos	224
5.4	Indicadores Hídricos de la Cuenca	225



5.4.1	Indicadores de Estado.....	225
5.4.2	Indicadores de Impacto	226
5.5	Análisis de Sensibilidad	231
5.5.1	Escenarios de gestión	231
5.5.2	Evaluación socioeconómica.....	243
5.6	Mercado del agua	248
6	ACCIONES	254
6.1	Seguridad Hídrica para las Personas	254
6.1.1	Planes de Desarrollo de Empresa Sanitaria	254
6.1.2	Red Participativa de Agua Potable para el sector Catrumán.....	255
6.1.3	Agua lluvia en Quemchi (Fundación Amulén – Softys).....	256
6.1.4	Planta Desalinizadora en Isla Cheñiao	256
6.2	Seguridad Hídrica para los Ecosistemas.....	256
6.2.1	Paisaje de Conservación Chiloé	256
6.3	Seguridad Hídrica para el Desarrollo Productivo.....	257
6.3.1	Ley de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y drenaje (Ley 18.450)	257
6.3.2	Proyectos de riego individuales y asociativos	258
6.3.3	Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial, SIPAM.....	260
6.4	Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos.....	261
6.4.1	Financiamiento especial en caso de escasez hídrica	261
6.5	Otras acciones de planificación	261
6.5.1	Estrategia de Recursos Hídricos, Provincia de Chiloé. El Chiloé que queremos	262
7	INICIATIVAS PROPUESTAS.....	266
7.1	Síntesis de alternativas priorizadas	268
7.1.1	Seguridad Hídrica para las Personas	268
7.1.2	Seguridad Hídrica para los Ecosistemas.....	301
7.1.3	Seguridad Hídrica para el Desarrollo Productivo	319
7.1.4	Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos	321



7.1.5	Gestión Institucional	324
7.1.6	Gobernanza	332
7.2	Alternativas seleccionadas	339
7.3	Líneas de Acción.....	343
7.4	Valorización económica del Plan	344
7.5	Cronograma de soluciones.....	345
8	IMPLEMENTACIÓN.....	349
8.1	Hitos de referencia	349
8.1.1	Plan de Acción de Corto Plazo	349
8.1.2	Plan de mediano y largo plazo	352
8.2	Estrategia de implementación	354
8.2.1	Estructura del Plan de Gestión	354
8.2.2	Aspectos Institucionales	355
8.2.3	Aspectos de Cultura del Agua	360
8.2.4	Aspectos de financiamiento	368
8.3	Estrategia de comunicación.....	369
8.3.1	Público objetivo.....	369
8.3.2	Contenidos a comunicar	370
8.3.3	Metas	372
8.4	Identificación de fuentes de financiamiento.....	372
9	MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN	373
9.1	Plan de Monitoreo.....	373
9.1.1	Indicadores	373
9.1.2	Seguimiento	378
9.2	Mecanismos para el análisis y la toma de decisiones	378
10	ASPECTOS NORMATIVOS	379
10.1	Modificaciones al Código de Aguas.....	380
10.2	Ley Marco de Cambio Climático	384
10.2.1	Estrategia Climática de Largo Plazo	384
10.2.2	Planes sectoriales de Mitigación y/o Adaptación al Cambio Climático.....	387



10.2.3	Planes Estratégicos de Recursos Hídricos.....	387
10.2.4	Planes de Acción Nacionales, Regionales y comunales.....	389
10.2.5	Institucionalidad para el Cambio Climático.....	390
10.3	Ley de Servicios Sanitarios Rurales.....	392
10.4	Integración con otros instrumentos de planificación territorial y sectorial....	394
10.4.1	Estrategia de Recursos Hídricos de la provincia de Chiloé	395

Índice de Tablas

Tabla 2-1. Descripción series de suelo zona de estudio.....	34
Tabla 2-2. Superficie según usos de suelo en área de estudio	36
Tabla 2-3. Porcentajes según categorías de erosión en zona de estudio	40
Tabla 2-4 Sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común (SHAC) y situación de restricción en la zona de estudio.....	44
Tabla 2-5. Población total de las comunas de la cuenca	44
Tabla 2-6. Porcentaje de población por tramo de edad (%).....	51
Tabla 2-7. Estadística regional de población indígena	52
Tabla 2-8. Población indígena autorreconocida por comuna.....	53
Tabla 2-9. Resumen de Información de Actividades Económicas Asociadas a las comunas de la cuenca	54
Tabla 2-10. Uso del suelo de las explotaciones agropecuarias con tierra en la Provincia de Chiloé	56
Tabla 2-11. Presencia actividad pecuaria en zona de estudio	58
Tabla 2-12. GCM utilizados en DGA para representar las forzantes meteorológicas (precipitación y temperatura) en el periodo proyectado, considerando cambio climático	67
Tabla 2-13. Servicios Ecosistémicos Asociados a Ecosistemas Naturales	74
Tabla 2-14. Cambios en la extensión de los ecosistemas acuáticos en cuencas Chiloé ...	83
Tabla 2-15. Sistemas de agua potable urbana	90
Tabla 2-16. Sistemas de agua potables rurales por comuna del área estudio.....	91
Tabla 2-17. Obras proyectadas de agua potable rural en el área estudio.....	91
Tabla 2-18. Plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) en comunas de la cuenca de estudio.....	92
Tabla 2-19. Obras hidráulicas menores en la provincia de Chiloé	94
Tabla 2-20. Estaciones meteorológicas DGA.....	95
Tabla 2-21. Estaciones meteorológicas DGA.....	95
Tabla 2-22. Estaciones de monitoreo Banco Nacional de Aguas (BNA) DGA	96
Tabla 2-23. Actores del Gobierno Central y Ejes Estratégicos asociados	99
Tabla 2-24. Actores del Gobierno Local.....	101
Tabla 2-25. Actores privados y Usuarios de Agua.....	101
Tabla 2-26. Actores de la sociedad civil	102
Tabla 2-27. Relaciones identificadas para el eje Personas	105
Tabla 2-28. Relaciones identificadas para el eje Ecosistemas.....	107
Tabla 2-29. Relaciones identificadas para el eje Desarrollo Productivo	108
Tabla 2-30. Brechas de Coordinación	109
Tabla 2-31. Brechas de Información.....	112
Tabla 3-1 Demanda para consumo humano por SSR. Periodo actual (año 2021).....	113



Tabla 3-2 Demanda para consumo humano por Sector Urbano (APU). Periodo actual (año 2021).....	114
Tabla 3-3 Demanda para consumo humano, sector rural, por comuna. Periodo histórico (1990-2021) y proyectado (2060)	115
Tabla 3-4 Demanda para consumo humano por Sector Urbano (APU). Periodo histórico (1990-2020) y proyectado (2060)	115
Tabla 3-5 Agua no facturadas en APU. Pérdidas por producción y distribución	116
Tabla 3-6 Demanda legal para consumo humano en el sector urbano.....	116
Tabla 3-7 Caudal ecológico mínimo. Estaciones Rio grande en San Pedro y Río Vilcún en Belbén	118
Tabla 3-8 Demanda para agricultura bajo riego. Periodo actual (promedio últimos 5 años, 2017-2021)	120
Tabla 3-9 Coeficiente de cultivo (Kc) Región de los Lagos	121
Tabla 3-10 Demanda para agricultura bajo riego (hm ³ /año). Periodo histórico, actual y proyectado	123
Tabla 3-11 Demanda legal para agricultura (hm ³ /año)	124
Tabla 3-12 Demanda hídrica pecuaria según tipo de ganado y sectores	124
Tabla 3-13 Demanda hídrica pecuaria según tipo de ganado y sectores. Periodo proyectado	125
Tabla 3-14 Demanda legal pecuaria (hm ³ /año).....	125
Tabla 3-15 Demanda industrial Periodo actual (2022-2052)	126
Tabla 3-16 Demanda legal industrial (hm ³ /año).....	128
Tabla 3-17 Demanda forestal productivo y no productivo (hm ³ /año). Periodo actual ...	129
Tabla 3-18 Demanda legal industrial (hm ³ /año).....	130
Tabla 3-19 Caudal de reserva turística. Estación Rio Grande en San Pedro.....	131
Tabla 3-20 Demanda legal uso hidroeléctrico	131
Tabla 3-21 Demanda total Periodo actual y proyectado (2060).....	132
Tabla 4-1. Información de las subcuencas DARH presentes en la zona de estudio	136
Tabla 4-2 Oferta superficial promedio anual en subcuencas DARH (hm ³ /año)	137
Tabla 4-3. Oferta superficial promedio anual proyectada en subcuencas DARH por década (hm ³ /año)	139
Tabla 4-4 Variación porcentual de la oferta superficial proyectada por década respecto a la oferta superficial del Periodo Actual en cada subcuenca DARH	140
Tabla 4-5. Variables monitoreadas según Banco Nacional de Aguas (BNA) DGA cuencas de Chiloé.	145
Tabla 4-6. Indicador DGA para ODS 6.3.2 aguas superficiales en Chiloé	146
Tabla 4-7. Número de registros según Unidad de Resolución/Oficio/C.B.R. DAA para aguas superficiales en el área de estudio	147
Tabla 4-8 Sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común (SHAC) y situación de restricción en la zona de estudio.....	150



Tabla 4-9 Recarga de los SHAC para el periodo histórico y actual	151
Tabla 4-10 Volumen húmedo de los SHAC para el periodo histórico y actual	151
Tabla 4-11 Recarga de los SHAC para el periodo actual y proyectado	152
Tabla 4-12 Volumen húmedo de los SHAC. Periodo actual y proyectado	153
Tabla 4-13. Definición de la calidad del agua objetivo	154
Tabla 4-14. Estimación indicador ODS 6.3.2 aguas subterráneas	155
Tabla 4-15. Número de registros según Unidad de Resolución/Oficio/C.B.R., categoría DAA consuntivos, para aguas subterráneas en el área de estudio.	160
Tabla 5-1 Propiedades físicas de las unidades hidrogeológicas.....	162
Tabla 5-2 GCM utilizados en DGA (2019a) para representar las forzantes meteorológicas (precipitación y temperatura) en el periodo proyectado, considerando cambio climático	176
Tabla 5-3. Balance hídrico superficial en Chiloé. Entradas y salidas del sistema. Periodo histórico y actual hm ³ /año	179
Tabla 5-4 Balance hídrico subterráneo, escenario base hm ³ /año. Histórico (P1) y Actual (P2).....	180
Tabla 5-5 Balance hídrico de aguas superficiales, período proyectado.....	181
Tabla 5-6 Balance hídrico subterráneo para periodo proyectado. Periodo histórico (P1) y proyectado (P2)	182
Tabla 5-7. Síntesis de brechas en la gestión de los recursos hídricos de la cuenca	183
Tabla 5-8. Brecha de producción de agua potable urbana según tendencia proyectada al 2060 (hm ³ /año)	186
Tabla 5-9. Brecha de producción de agua potable rural según tendencia proyectada al 2060 (hm ³ /año), por comuna	187
Tabla 5-10. Cantidad de Viviendas en sectores dispersos.....	189
Tabla 5-11. Cantidad de Personas y brecha potencial de abastecimiento de agua	189
Tabla 5-12 Brecha de acceso a saneamiento	190
Tabla 5-13. Servicios Sanitarios Rurales encuestados.....	191
Tabla 5-14. Estimación de arranques pendientes a nivel global.....	192
Tabla 5-15. Caracterización de los SSR de la cuenca	192
Tabla 5-16. Análisis de la variación del caudal pasante por humedal	195
Tabla 5-17 Concesiones acuícolas en cursos y cuerpos de agua dulce de la provincia de Chiloé	197
Tabla 5-18. Porcentaje de bosque nativo respecto área total de la zona de estudio	198
Tabla 5-19. Información base y reclasificación de clases de paisaje	200
Tabla 5-20. Análisis paisaje a escala de clases	205
Tabla 5-21. Análisis a escala de paisaje	206
Tabla 5-22. Porcentajes según categorías de erosión a escala regional	214
Tabla 5-23. Superficies categorías de erosión en área de estudio ODS 15.3.1	215



Tabla 5-24 Estimación de unidades productivas consideradas como Agricultura Familiar Campesina.....	219
Tabla 5-25 Declaraciones por comuna de emergencia agrícola y escasez hídrica, periodo 2010/22	220
Tabla 5-26. Definición de Indicadores de Estado	226
Tabla 5-27. Determinación de Indicadores de Estado	226
Tabla 5-28. Definición de indicadores de impacto.....	227
Tabla 5-29 Determinación de indicadores de Impacto para la cuenca	230
Tabla 5-30 Escenarios de gestión seleccionados	231
Tabla 5-31 Tasas de crecimiento poblacional intensificado consideradas en el escenario de gestión desde el año 2021 en adelante.....	234
Tabla 5-32 Resumen de las medidas tomadas en el escenario de tranques de acumulación de aguas lluvia	235
Tabla 5-33 Resultados Escenarios. Balance Superficial (hm ³ /año).....	237
Tabla 5-34 Caudales afluentes a los principales humedales de la zona de estudio en el periodo actual y en la década 2050-2059 proyectada en todos los escenarios. Valores en hm ³ /año.	241
Tabla 5-35 Conclusiones de los resultados de los escenarios de gestión.....	242
Tabla 5-36 Evaluación del costo de atender la brecha de agua con camiones aljibe	245
Tabla 5-37. Antecedentes de los DAA disponible por DGA derivadas de los CBR.....	249
Tabla 5-38. Transacciones compraventa DAA comunas del estudio	250
Tabla 5-39. DAA transados por CBR separados por su naturaleza	252
Tabla 6-1 Población actual y proyectada en los Planes de Desarrollo	254
Tabla 6-2 Fuentes futuras de agua.....	255
Tabla 6-3 Subsidios de riego otorgados en la cuenca por CNR periodo 2010/21	258
Tabla 6-4 Resultados de los componentes del programa de riego INDAP en la cuenca (Millones de \$)	259
Tabla 6-5 Financiamiento por emergencia agrícola por sequía	261
Tabla 7-1 Iniciativas de Seguridad Hídrica para las personas.....	269
Tabla 7-2. Costo total por arranque	271
Tabla 7-3 Identificación de Arranques pendientes por sector	272
Tabla 7-4. Partidas para el estudio de nuevas fuentes de agua	274
Tabla 7-5. Contenidos de referencia para la acreditación de directores, administradores y técnicos.....	276
Tabla 7-6. Estimación de la cantidad de personas que participan de los SSR	277
Tabla 7-7. Partidas para la Capacitación y Acreditación de los SSR	277
Tabla 7-8. Partidas para la Profesionalización de los SSR	280
Tabla 7-9 Estimación de costos de registro de SSR	281
Tabla 7-10. Partidas del Programa de Desarrollo y Mantenimiento Preventiva	284
Tabla 7-11. Partidas del Sistema de Información de Servicios Sanitarios Rurales	287



Tabla 7-12. Costo de Instalación de Telemetría en la Cuenca	289
Tabla 7-13. Costo total por arranque.....	290
Tabla 7-14 Identificación de Arranques pendientes por SSR	291
Tabla 7-15. Costo referencial del Sistema de Saneamiento Rural	293
Tabla 7-16. Plan para Viviendas desconectadas de la Red Pública de Agua.....	299
Tabla 7-17. Partidas para una Red Participativa de Agua	300
Tabla 7-18 Resumen de la protección de fuentes de agua	300
Tabla 7-19 Iniciativas de Seguridad Hídrica de los Ecosistemas	302
Tabla 7-20 Ejemplo de Umbrales para Ecosistemas.....	303
Tabla 7-21. Estudio para la determinación de acuerdos de gestión por ecosistema acuático	305
Tabla 7-22. Estimación de costo de instalación de la telemetría y su mantención en 30 años	308
Tabla 7-23. Estimación de costo de una campaña de monitoreo estacional	309
Tabla 7-24. Estimación de costo de una campaña de monitoreo estacional	309
Tabla 7-25. Estimación de costo de Estudio de Protección de Fuentes de Agua	314
Tabla 7-26. Estimación de costo de forestación de 1,0 ha de bosque nativo (referencial)	316
Tabla 7-27. Estimación de costo de restauración de ecosistemas terrestres	316
Tabla 7-28 Iniciativas de Seguridad Hídrica del Desarrollo Productivo.....	319
Tabla 7-29 Beneficio para la Agricultura Familiar Campesina	320
Tabla 7-30 Iniciativas de Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos	321
Tabla 7-31. Estudio de eficacia de instrumentos de gestión de eventos extremos	323
Tabla 7-32. Iniciativas de Gestión institucional	324
Tabla 7-33. Estudio de Caudal Ecológico en humedales costeros.....	326
Tabla 7-34. Nuevas Estaciones de la Red Hidrométrica	328
Tabla 7-35. Programa de Inscripción de derechos de aprovechamiento	330
Tabla 7-36. Campaña de Difusión	330
Tabla 7-37. Estudio de usos del agua	332
Tabla 7-38 Iniciativas de Gobernanza.....	333
Tabla 7-39. Estimación del programa de apoyo para instalar la estructura de gobernanza	335
Tabla 7-40. Estimación de costo de operación de la Secretaría Técnica.....	337
Tabla 7-41. Estimación de costo del Fortalecimiento de la Gestión Hídrica Municipal....	339
Tabla 7-42. Alternativas Priorizadas y Seleccionadas.....	340
Tabla 7-43. Resumen de iniciativas de inversión.....	344
Tabla 7-44. Resumen de inversión por Organismo Ejecutor y Plazo.....	345
Tabla 7-45. Cronograma de Implementación de Iniciativas	348
Tabla 8-1. Hitos de referencia del Plan (inversión a corto largo plazo)	350
Tabla 8-2. Hitos de referencia del Plan (inversión a mediano y largo plazo).....	352



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

Tabla 8-3. Resumen de actores por ámbito de acción	370
Tabla 8-4. Análisis de Fuentes de Financiamiento	372
Tabla 9-1. Indicadores de Proceso	374

Índice de Figuras

Figura 2-1 Cuencas de las Islas Chiloé y Circundantes.....	29
Figura 2-2 Geomorfología	31
Figura 2-3 Mapa Geológico a escala 1:1.000.000.....	33
Figura 2-4 Uso del suelo	38
Figura 2-5 Erosión del suelo.....	41
Figura 2-6 Uso de suelo silvoagropecuarios.....	57
Figura 2-7 Comunas y Red vial.....	60
Figura 2-8 Clasificación climática de Köppen	62
Figura 2-9 Áreas Silvestres Protegidas	85
Figura 2-10 Infraestructura Sanitaria	93
Figura 4-1 Hidrografía	134
Figura 4-2 Subcuencas DARH en la cuenca	135
Figura 4-3 Derechos de aprovechamiento de agua superficiales.....	148
Figura 4-4 Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC).....	149
Figura 4-5 Derechos subterráneos con caudal mayor a 5 (L/s)	159
Figura 5-1 Perfiles hidrogeológicos. Perfiles A-A', B-B', C-C', D-D', E-E' y F-F'.....	163
Figura 5-2 Modelo conceptual subterráneo	172
Figura 5-3 Clases de uso de suelo.....	203
Figura 5-4 Unidades vegetacionales con presencia de Tepú.....	212



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1-1 Ejes de la Planificación Estratégica	25
Ilustración 2-1 Porcentaje según usos de suelo en área de estudio	37
Ilustración 2-2 Evolución de la superficie de plantación forestal y bosque nativo zona de estudio.....	39
Ilustración 2-3 Precipitación Histórica (mm). Estación Castro1 DGA	63
Ilustración 2-4 Precipitación Histórica (mm). Estación Quellón DGA	63
Ilustración 2-5 Temperatura, climograma y temperatura del agua de Castro.....	64
Ilustración 2-6 Esquema de Servicios Ecosistémicos Asociados a Ecosistemas Naturales	78
Ilustración 2-7 Perturbaciones sobre Ecosistemas y sus amenazas sobre los Servicios Ecosistémicos en la Cuenca de Estudio	82
Ilustración 2-8 Relaciones entre actores para los ejes estratégicos: personas, ecosistemas y desarrollo productivo.....	104
Ilustración 3-1 Estimación de la demanda de uso industrial (2015-2060).....	128
Ilustración 4-1 Evolución de la precipitación considerada en la cuenca (hm ³ /año)	141
Ilustración 4-2 Ejemplos de fuentes de datos de Nivel 1 y Nivel 2 del indicador 6.3.2..	143
Ilustración 4-3 Ejemplo de cómo las puntuaciones de monitoreos individuales se agregan secuencialmente a los eventos de monitoreos, las puntuaciones de los cuerpos de agua, las puntuaciones de las cuencas hídricas y finalmente las puntuaciones nacionales.	144
Ilustración 4-4 Clasificación de aguas según Diagrama de Piper.....	157
Ilustración 5-1 Perfil hidrogeológico A-A' en el área de estudio.	164
Ilustración 5-2 Perfil hidrogeológico B-B' en el área de estudio.	165
Ilustración 5-3 Perfil hidrogeológico C-C' en el área de estudio.	166
Ilustración 5-4 Perfil hidrogeológico D-D' en el área de estudio.	167
Ilustración 5-5 Perfil hidrogeológico E-E' en el área de estudio.	168
Ilustración 5-6 Perfil hidrogeológico F-F' en el área de estudio.....	169
Ilustración 5-7 Representación geoespacial del acuífero en el área de estudio.	170
Ilustración 5-8 Árbol de problemas para las personas.....	185
Ilustración 5-9 Árbol de problemas para ecosistemas	194
Ilustración 5-10 Porcentaje categorías de erosión en área de estudio ODS 15.3.1.....	216
Ilustración 5-11 Árbol de problemas para las actividades productivas.....	217
Ilustración 5-12 Variación de usos de suelos considerados en la modelación entre el año 2014 y 2060	232
Ilustración 5-13 Análisis de satisfacción de abastecimiento sector urbano. Volumen de brecha anual Loc_Ancud 2022-2060 (hm ³ /año)	238
Ilustración 5-14 Análisis de satisfacción de abastecimiento sector urbano. Volumen de brecha anual Loc_Castro y Loc_Quellón años 2055-2060 (hm ³ /año)	239
Ilustración 5-15 Caudal en los cauces que abastecen las captaciones APU de Quellón y Ancud (m ³ /s).	239



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

Ilustración 5-16 Valor aguas superficiales en comunas del estudio (\$/l/s)	251
Ilustración 5-17 Valor aguas subterráneas en comunas del estudio (\$/l/s)	252
Ilustración 7-1 Metodología de identificación de brechas y priorización de iniciativas ...	267
Ilustración 7-2 Líneas de Acción del Plan Estratégico	343
Ilustración 7-3 Cronograma de Implementación de Soluciones (1)	346
Ilustración 7-4 Cronograma de Implementación de Soluciones (2)	347
Ilustración 8-1 Alineamiento del Plan Estratégico y la Gobernanza	354
Ilustración 8-2 Actores que forman parte de la Gobernanza	357
Ilustración 8-3 Hitos para la implementación de la gobernanza a nivel de cuenca	359



Anexos

Anexo A. Abreviaturas

Anexo B. Referencias

Anexo C. Glosario

Anexo D. Figuras

Anexo E. Antecedentes Recopilados

Anexo F. Aspectos Metodológicos

Anexo G. Sistema de Información Geográfica

Anexo H. Modelos Hidrológico e Hidrogeológico

Anexo I. Participación Ciudadana

Anexo J. Plan Estratégico

Anexo K. Minutas



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN



1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1 Introducción

El presente documento presenta el Informe Final del Plan Estratégico de Gestión Hídrica en las Cuencas de las Islas Chiloé y Circundantes. El propósito de este Plan es conocer la oferta y demanda actual de agua, establecer balance hídrico y sus proyecciones a 30 años, diagnosticar el estado de información, infraestructura e instituciones que toman decisiones respecto al recurso hídrico, y proponer una cartera de acciones DGA y de terceros público-privados, que permitan suplir la demanda de agua y adaptación al cambio climático, con un portafolio de acciones que aseguren su abastecimiento en cantidad y calidad.

Las Cuencas de las Islas Chiloé y Circundantes corresponde a un archipiélago que conforma la provincia de Chiloé, compuesta esta última a su vez por diez comunas, siendo la capital provincial la ciudad de Castro. La zona de estudio es un área con una delimitación precisa, lo que transforma este territorio en sostenedor de ecosistemas frágiles y susceptibles a las intervenciones, la cual cuenta con una importante riqueza y diversidad desde el punto de vista de los ecosistemas terrestres y acuáticos, continentales y marinos. Se suma a todo este entorno una considerable red de actores, públicos y privados, relacionados con el uso y gestión de los recursos hídricos, de los cuales, y considerando escenarios como el cambio climático, requieren de accionar coordinado que garantice la sostenibilidad de los recursos hídricos.

Para dar cuenta del propósito del Plan, se adoptó como concepto estructurante la **Seguridad Hídrica**, entendida como la capacidad de proveer de agua en cantidad, calidad y oportunidad requerida para las personas, los ecosistemas y las actividades productivas. Complementariamente, esta provisión de agua debe ser resiliente frente a eventos extremos. Asimismo, se adopta el concepto de **Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)** como una aproximación que trasciende el manejo del recurso, extendiéndose hacia las fuentes o componentes del ciclo hidrológico en su totalidad. De esta forma, la GIRH implica la atención a las múltiples necesidades de diferentes actores, pero en consideración a los diferentes estados del recurso hídrico en cada cuenca. Esta aproximación desde la Seguridad Hídrica y la GIRH se alinean con la propuesta de **Gobernanza** conversada con los usuarios, que se operativiza a través de Comités de Seguridad Hídrica, reunidos en un Consejo de Cuenca.

En este contexto, el informe da cuenta de la recopilación de información, análisis y diagnóstico de las características de la cuenca y las condicionantes del ciclo hidrológico. Asimismo, presenta los resultados de la modelación hidrológica, la campaña geofísica y el proceso de planificación realizado para alcanzar la Seguridad Hídrica. En el contexto de Participación Ciudadana, se identificó, caracterizó y conversó con los actores públicos

y privados locales, relacionados con la gestión de los recursos hídricos, para lo cual se realizaron dos talleres de participación, así como numerosas entrevistas y reuniones.

El documento es de carácter ejecutivo y su propósito es presentar de manera resumida y directa el desarrollo del Plan Estratégico de Gestión Hídrica de la cuenca. El detalle de cada una de las actividades realizadas, las memorias de cálculo y el respaldo de las actividades de participación presenciales y remotas, se presenta en los anexos y apéndices de este.

Conceptualmente, el documento describe las siguientes etapas del proceso del Plan Estratégico:

- **Caracterización de la cuenca**, en el capítulo 2
- **Diagnóstico de los recursos hídricos en la cuenca**, en los Capítulos 3, 4 y 5
- **Formulación del Plan**, en los Capítulos 6 y 7
- **Implementación**, en el Capítulo 8
- **Monitoreo y Evaluación**, en el Capítulo 9
- **Aspectos Normativos**, en el Capítulo 10.

A continuación, se describe cada uno de los capítulos del documento.

El **Capítulo 2, Descripción de la Cuenca**, presenta una caracterización de los elementos que definen, afectan o condicionan el desarrollo del ciclo hidrológico en la cuenca. Se revisa la dimensión política, administrativa y económica; la dimensión ambiental; y la dimensión construida. Se identificaron las nuevas fuentes potenciales de agua, con la posibilidad de aumentar la disponibilidad del recurso para los usuarios; y la gobernanza definida por los actores y su interacción en la cuenca.

El **Capítulo 3, Demanda Física y Legal para los Diferentes Usos del Agua**, presenta en detalle la demanda de agua requerida para el consumo humano, el medio ambiente y las principales actividades económicas de la cuenca como la agricultura y el uso industrial. Detalla la demanda legal, determinada por los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneos otorgados.

El **Capítulo 4, Oferta de Agua**, desglosa la oferta de agua superficial y subterránea, identificando las fuentes, cuantificando la disponibilidad y evaluando la calidad de las aguas en cada fuente, tanto actual como proyectada.

El **Capítulo 5, Balance de Agua**, relaciona la oferta y demanda por medio de los modelos hidrológicos e hidrogeológicos construidos. Se describen los modelos, los escenarios de cambio climático adoptados, y la situación actual y proyectada de los recursos hídricos a 30 años. Se identifican las brechas por eje de Seguridad Hídrica, la sustentabilidad de acuíferos, y se definen y modelan tres escenarios de gestión. Por otro lado, se realiza una evaluación del mercado de las aguas.



El **Capítulo 6, Acciones**, presenta una recopilación de las acciones públicas y privadas que se encuentran en evaluación o en desarrollo, en relación con los ejes estratégicos del proceso de Planificación.

El **Capítulo 7, Cartera de Iniciativas Propuestas**, define los ejes estratégicos, objetivos y metas del Plan. Finalmente se proponen y evalúan las estrategias posibles para alcanzar las metas propuestas, seleccionando aquellas que prueban ser costo-eficientes dentro de una evaluación socioeconómica y ambiental.

El **Capítulo 8, Implementación del Plan**, define la cartera de iniciativas existentes y propuestas para la implementación del Plan, estableciendo presupuestos, plazos y responsables para cada una de ellas. En complemento, define una estrategia de implementación, proponiendo una estructura, roles, responsabilidades y atribuciones de los actores de la cuenca.

El **Capítulo 9, Seguimiento y Evaluación del Plan**, define los indicadores de gestión y de impacto que permiten evaluar el avance en la implementación del Plan, y establece los mecanismos y responsables de la actualización de los objetivos estratégicos y sus metas.

Finalmente, el **Capítulo 10, Aspectos Normativos**, presenta una revisión de la planificación estratégica de la cuenca y su relación con otros procesos de planificación y desarrollo normativo, identificando sinergias y vacíos que debieran ser abordados.

Para el desarrollo del presente Plan Estratégico se tomó como propósito la Seguridad Hídrica del territorio, definida por la Ley Marco de Cambio Climático como "la posibilidad de acceso al agua en cantidad y calidad adecuadas, considerando las particularidades naturales de cada cuenca, para su sustento y aprovechamiento en el tiempo para consumo humano, la salud, subsistencia, desarrollo socioeconómico, conservación y preservación de los ecosistemas, promoviendo la resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías y crecidas y la prevención de la contaminación.

A partir de esta definición, se establecieron los siguientes ejes estratégicos: Seguridad Hídrica para las Personas, para los Ecosistemas, para el Desarrollo Productivo y ante Eventos Extremos; y dos ejes transversales de gestión: Gestión Institucional y Gobernanza.

Ejes de Planificación Estratégica



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 1-1 Ejes de la Planificación Estratégica

A continuación, se presenta una descripción de cada uno de los ejes estratégicos.

- **Seguridad Hídrica para las Personas:** Síntesis de la información levantada en el diagnóstico de la línea base en infraestructura hidráulica, demandas actuales y futuras en el consumo humano y saneamiento. Consiste en la provisión de agua para consumo humano y saneamiento, en cantidad, calidad y en la oportunidad requerida para un desarrollo adecuado a nivel individual y colectivo, ya sea en condiciones urbanas o rurales. Se realizó un análisis de la seguridad hídrica para las personas, en localidades urbanas abastecidas por la empresa sanitaria.
- **Seguridad Hídrica para los ecosistemas:** Síntesis de la información levantada en el diagnóstico de la línea base en aspectos de la situación actual en los ecosistemas acuáticos y terrestres de la cuenca, así como los pasivos ambientales presentes. Se refiere a la provisión de agua y condiciones de protección, soporte territorial, estudio y otros para la mantención de los ecosistemas terrestres, acuáticos continentales y marinos presentes en la cuenca.



-
- **Seguridad Hídrica para el desarrollo productivo:** Síntesis de la información levantada en el diagnóstico de la línea base en demandas actuales de cada sector productivo (minería, agricultura, pecuario), estado de la infraestructura, proyecciones, limitaciones y desarrollo futuro para la satisfacción de la demanda de dichas actividades.
 - **Seguridad Hídrica ante eventos extremos:** Síntesis de la información levantada en el diagnóstico de la línea base en los eventos extremos y de contaminación presentes en la cuenca.
 - **Gestión institucional:** Síntesis de la información levantada en el diagnóstico de la línea base en el estado actual de la información en recursos hídricos, coordinación entre actores, gestión y fiscalización del recurso.
 - **Gobernanza:** síntesis de los antecedentes de implementación de una gestión integrada de recursos hídricos a nivel de cuenca.



1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Proponer un plan estratégico de gestión hídrica indicativo en las Cuencas de las Islas Chiloé y Circundantes, que oriente la toma de decisiones de agua, mediante la generación de portafolios de acciones para la seguridad hídrica, enfocadas en el mejoramiento de la información, instituciones, e infraestructura de agua, adaptación al cambio climático, y gobernanza.

1.2.2 Objetivos específicos del Plan Estratégico

Objetivo N°1: Describir el estado hídrico actual del área de estudio.

Objetivo N°2: Caracterizar la hidrogeología del área de estudio con técnicas geofísicas, pruebas hidráulicas, y muestras en terreno.

Objetivo N°3: Construir un modelo numérico representativo de las características principales hidrológicas del sistema hídrico del área de estudio.

Objetivo N°4: Diagnosticar el estado hídrico del área de estudio para obtener los contenidos del plan estratégico de gestión hídrica.

Objetivo N°5: Realizar un proceso de participación ciudadana que informe y consulte a la institucionalidad del agua relevante del área de estudio, para retroalimentar la formulación del plan estratégico de gestión hídrica.

Objetivo N°6: Formular un plan estratégico de gestión hídrica que contemple un portafolio de acciones que promuevan la seguridad hídrica y sostenibilidad de uso del agua en el área de estudio.

Objetivo N°7: Compilar avances y productos finales en un sistema de información geográfico, informes y actividades de difusión.



2 CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA

2.1 Dimensión Física

El archipiélago de Chiloé tiene una superficie de 9.255 km². a continuación se presentan los principales aspectos del medio físico, ciudades y población, y actividad económica.

2.1.1 Geología y geomorfología

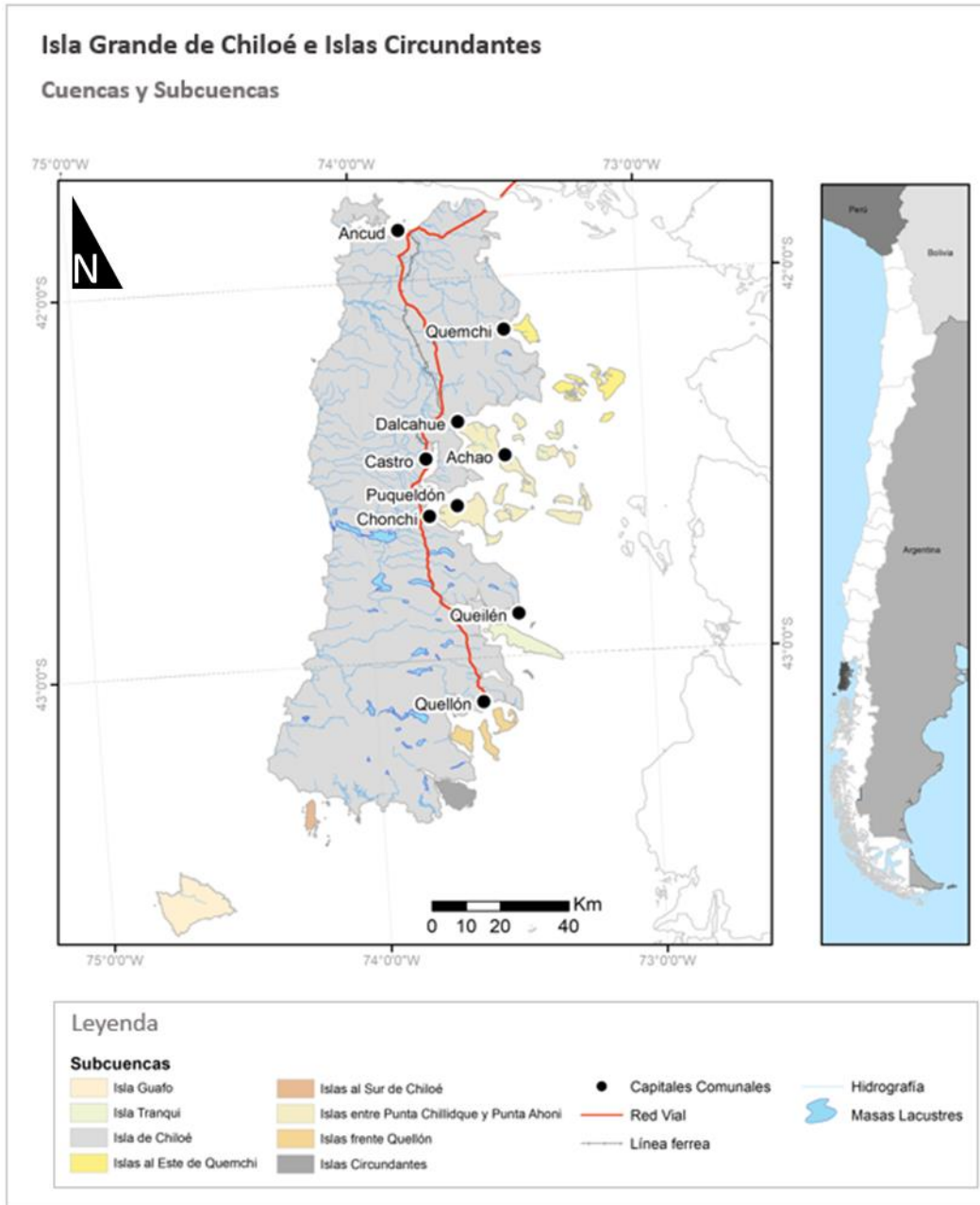
Se presenta la revisión bibliográfica, de fuentes actualizadas, respecto a los aspectos de geomorfología y geología, los cuales serán útiles para definir las bases del trabajo hidrogeológico en las etapas siguientes del estudio.

2.1.1.1 Geomorfología

La geomorfología de la Isla Grande de Chiloé se encuentra determinada por dos macroformas importantes, como es la cordillera de la costa y las planicies fluvio-marinas (Figura 2-1).

Bajo el contexto indicado en el párrafo anterior, el extremo norte de la isla representada por las planicies litorales, llanura que se extiende desde la Bahía de Ancud en el norte, hasta sector de Río Coluco hacia el sur, en un limitado espacio geográfico de aproximadamente 30 Km. de longitud, en dirección norte – sur. Estas planicies litorales se ven interrumpidas en su desarrollo al sur, por la Cordillera de Piuchén de 850 m altitud en su cota máxima, extendiéndose longitudinalmente unos 60 km hasta el extremo sur de la isla (Quellón).

Entre los límites de las comunas de Quellón, Dalcahue y Chonchi se aprecia las mayores altitudes del cordón montañoso, definido por una tectónica de hundimiento hacia el poniente de estas comunas con presencia de lomajes de baja altura como se identifican en el Parque Nacional de Chiloé y en el sector de Cucao, mientras que hacia el oriente se identifican más bien superficies planiformes, con diferenciaciones en sus terrazas, las que evidencian la acción de distintos periodos glaciares.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-1 Cuencas de las Islas Chiloé y Circundantes



De acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente (2021), una característica del área es la presencia de superficies de humedales, cuyas formaciones se asocian a las condiciones del suelo y a la existencia de materiales limosos que generan una acumulación de aguas, conformando en algunos casos turberas, ecosistemas naturales de gran aporte a las condiciones hidrológicas del área.

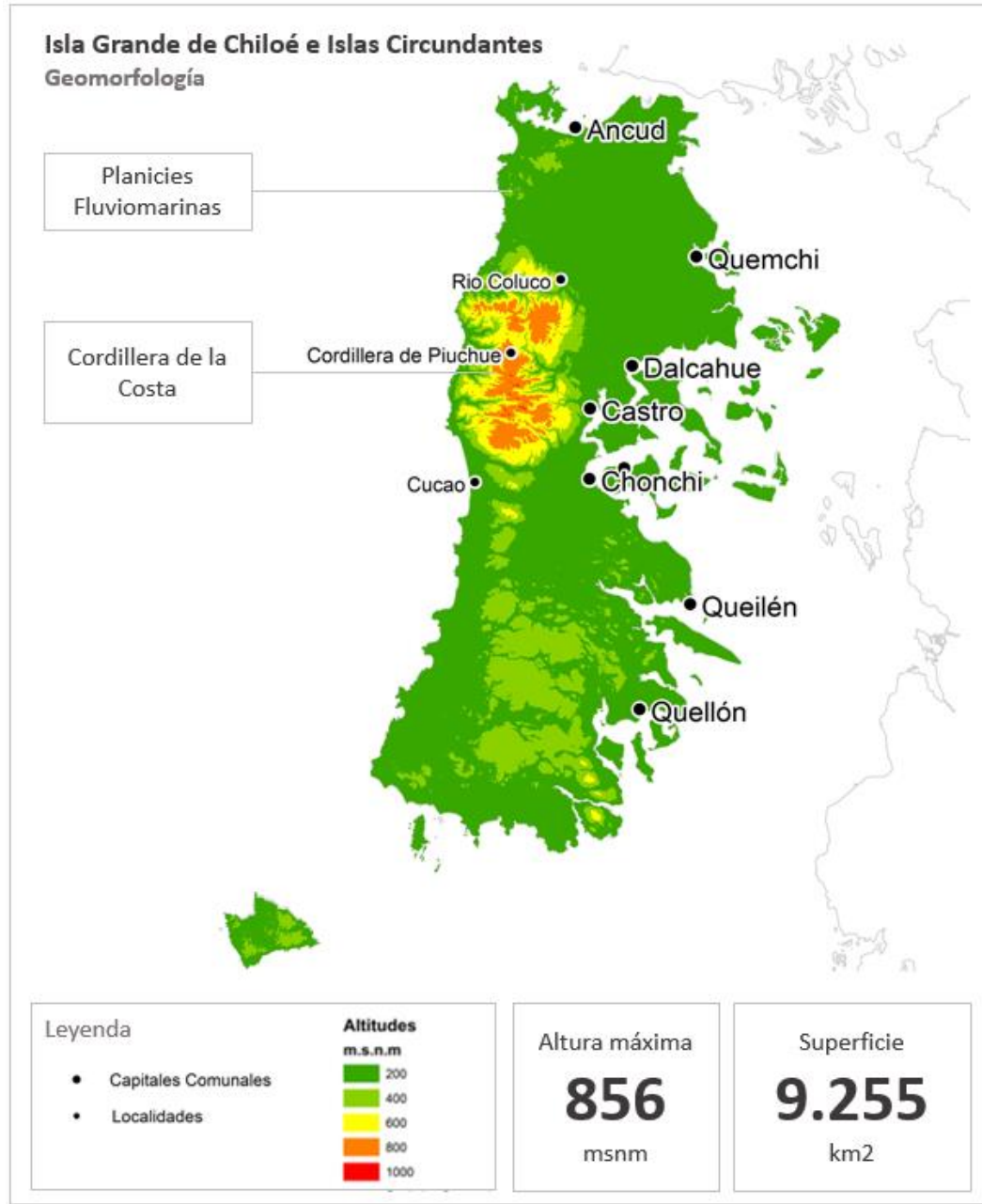
En la Figura 2-2 se muestra la geomorfología de las Cuencas de Las Isla Grande de Chiloé y Circundantes.

2.1.1.2 Geología

De acuerdo a la información incluida en la carta geológica de Sernageomin (2003), la cuenca de las Islas de Chiloé y circundantes se caracteriza por afloramientos rocosos y erosionados por los fuertes oleajes hacia la costa. Estos corresponden a un basamento metamórfico costero que aflora en casi toda la extensión occidental de la Isla de Chiloé y formaciones sedimentarias hacia el SW de la cuenca. Sin embargo, también se distinguen otras características hacia la zona oriente de la Isla de Chiloé, en el mar interior, donde se encuentran los golfos de Ancud y Corcovado, que presenta bahías circundadas por depósitos morrénicos, fluvio-glaciales y glacialacustres (Figura 2-3).

El basamento metamórfico corresponde al periodo paleozoico-triásico, y se identifica con rocas metasedimentarias como metapelitas, metacherts y metabasitas (PzTR4(a)), junto a rocas metamórficas ultramáficas (PzTr4(b)), en menor proporción. De acuerdo con Duhart et al. (2001), estas rocas metamórficas están relacionadas al Complejo Metamórfico Bahía Mansa.

De manera puntual, al norte del afloramiento metamórfico, durante el Eoceno, se forman rocas intrusivas (Eg) en una zona de falla inferida. Estos cuerpos intrusivos corresponden a granodioritas, tonalitas y dioritas cuarcíferas de hornblenda y biotita, dioritas y monzodioritas de piroxeno y biotita, y a pórfidos dacíticos y riolíticos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-2 Geomorfología



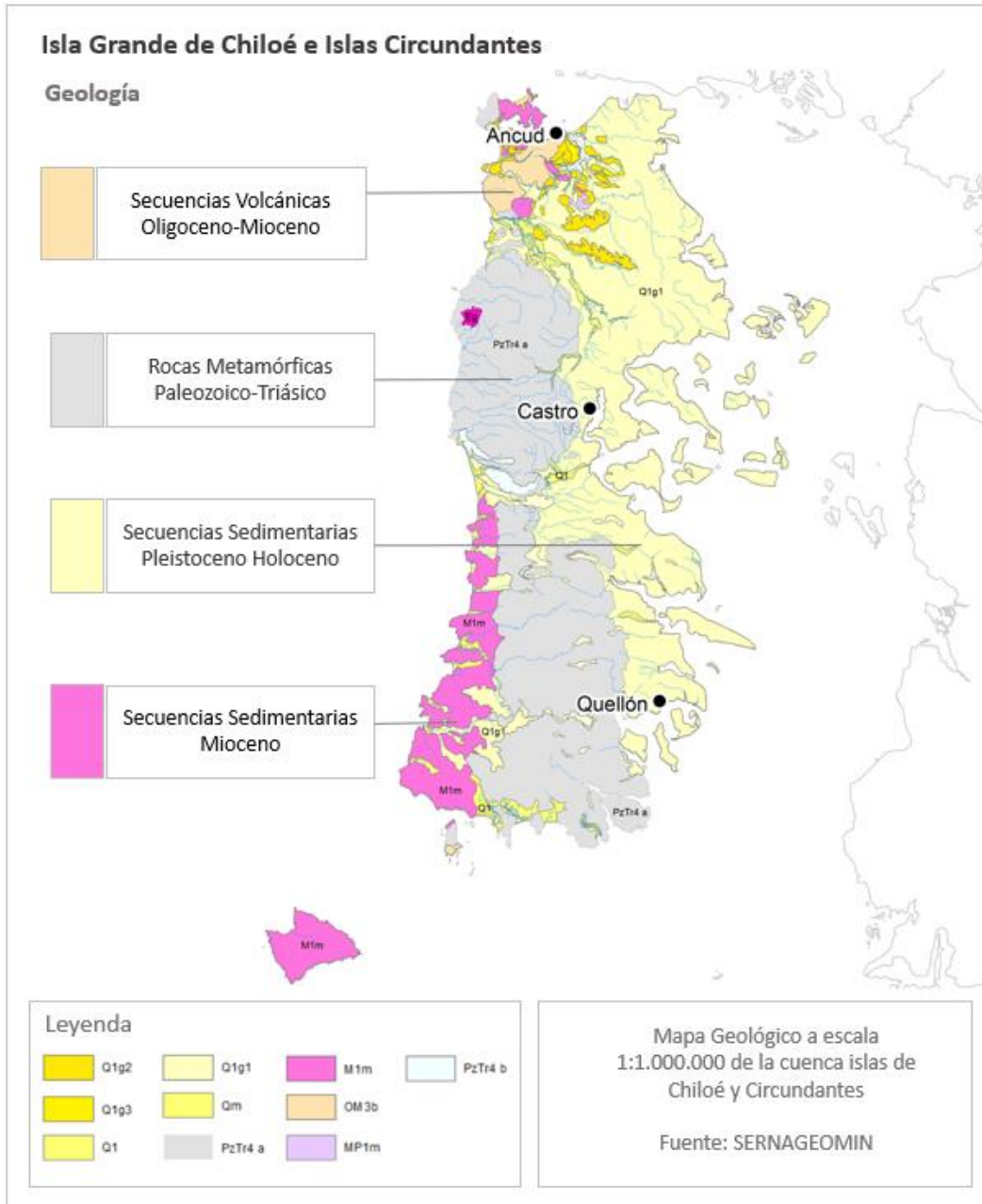
Posteriormente, hubo un pulso magmático entre el Oligoceno Superior y Mioceno inferior (OM3b), donde se registran secuencias volcánicas asociadas al complejo volcánico de Ancud correspondiente a basaltos de olivino-clinopiroxeno, lavas andesíticas y andesítico-basálticas.

A inicios del Mioceno (M1m), se registran 3 secuencias sedimentarias marinas al SW de la isla y localmente al NW de ésta asociadas a areniscas finas, arcillolitas y limolitas. Estas secuencias corresponden a efectos de transgresión marina ligadas a (1) la Formación Lacui, como secuencias sedimentarias de origen parálico a marino, (2) los Estratos de Cucao, definida por una secuencia sedimentaria marina, donde sus facies dan indicios de depositación por corrientes de turbidez y (3) los Estratos Chonchi, correspondiente a areniscas fosilíferas marinas, con facies que indican ambientes intermareales a submareales.

Finalmente, durante el Cuaternario se inicia la formación y posterior depositación de distintas secuencias litológicas no consolidadas sobre las preexistentes. Durante el Pleistoceno fueron depositados materiales morrénicos y glacifluviales asociados a los ciclos glaciales de Llanquihue, Santa María y Río Llico. Los depósitos glaciales están relacionados a 3 zonas principales (Ancud, Castro y Quellón), cuyo análisis indica como el hielo avanzó de la Cordillera Principal hacia el NW.

Los depósitos relacionados a la glaciación del Río Llico están definidos en el área de Ancud, y los de la glaciación de Santa María se encuentran en la parte central del norte de la isla (Q1g2). Los depósitos glaciales asociados al ciclo Llanquihue se presentan bien desarrollados a lo largo del centro y sur de la isla y en las islas del mar interior, mientras que, los depósitos glacifluviales de este ciclo se distinguen sólo al Oeste del norte y sur de la isla (Q1g1). Sus litologías principales corresponden a gravas, arenas y limos.

Por otro lado, se caracterizan depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa y en menor proporción fluvioglaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados, al extremo sur y en el centro-norte (Q1).



Fuente: Elaboración propia a partir de información de Sernageomin 2003

Figura 2-3 Mapa Geológico a escala 1:1.000.000

2.1.1.3 Suelos, uso y variación temporal

2.1.1.3.1 Suelos

De acuerdo con Gacitúa et al. (2020) las series de suelo de la zona de estudio (Provincia de Chiloé), debido a las especiales condiciones de formación de suelo y homogeneidad del material parental, ocupan amplias extensiones con poca discontinuidad, a pesar de las variaciones de relieve. Los suelos derivados de cenizas recientes, como suelos Trumaos y Ñadis, son los más homogéneos.

El mismo documento indica que, considerando que los suelos son altamente heterogéneos, es necesario poder identificarlos para conocer sus características físicas y químicas. En la Tabla 2-1, se presentan las principales características físicas y factores limitantes que determinan la aptitud agrícola de las Series de suelo de la Provincia de Chiloé.

Tabla 2-1. Descripción series de suelo zona de estudio

Serie	Suelo	Textura	Drenaje	Profundidad	Capacidad de uso	Aptitud agrícola
Aitui	Trumao	Franco limosa	Bueno	100-150 cm	VI e1	Praderas
Calonje	Trumao	Franco limosa	Muy pobre	75-100 cm	V	Forestal
Coiguín	Trumao	Franco limosa	Pobre	100-150 cm	V w2	Praderas
Coquiao	Trumao	Franco arenosa	Bueno	100-150 cm	III e1	Cereales, praderas, chacras
Chonchi	Trumao	Franco arenosa	Bueno	75-100 cm	III e1	Cereales, praderas, chacras
Dalcahue	Trumao	Franco limosa	Bueno	100-150 cm	III e1	Cereales, praderas, chacras
Isla Grande	Trumao	Franco	Bueno	75-100 cm	VI e1	Praderas
Mayamó	Trumao	arcillo	Bueno	75-100 cm	IV e1	Praderas
Mechaico	Trumao	Franco arenosa	Bueno	75-100 cm	III e1	Cereales, praderas, chacras
Mocopulli	Trumao	Franco limosa	Imperfecto	75-100 cm	III w2	Cereales, praderas, chacras
Pachabrán	Rojo Arcilloso	Franco arenosa	Bueno	75-100 cm	III e1	Cereales, praderas, chacras

Serie	Suelo	Textura	Drenaje	Profundidad	Capacidad de uso	Aptitud agrícola
Piruquina	Ñadi	Franco limosa	Imperfecto	75-100 cm	III w2	Cereales, praderas, chacras
Tepuhueico	Trumao	Franco arenosa	Bueno	25-50 cm	VII e1	Forestal
Caleta Zorra	Trumao	arcillo	Bueno	75-100 cm	VII e1	Forestal
Villatasmó	Trumao	Franco arenosa	Bueno	75-100 cm	VII e1	Forestal
Asociación Piuchén Chiloé	Trumao	Franco arenosa	Bueno	25-50 cm	VII e1	Forestal
Asociación Chonchi-Dalcahue	Trumao	Franco arenosa	Bueno	75-100 cm	VII e1	Forestal
Asociación Isla Grande-Aitui	Trumao	Franco limosa	Bueno	75-100 cm	VI e1 – VII e1	Praderas
Asociación Calonje	Ñadi	Franco limosa	Imperfecto	75-100 cm	IV w2	Praderas
Asociación Pachabrán-Calonje		Franco arenosa	Bueno	75-100 cm	II s0	Cereales, praderas, chacras
Asociación Piruquina-Mocopulli		Franco arenosa	Imperfecto	75-100 cm	III w2	Cereales, praderas, chacras

Fuente: Elaboración propia a partir de Gacitúa et al. (2020)

En respecto a los suelos de la isla de Chiloé, Aguirre (2019) indica que una gestión sostenible de este recurso es un problema actual de relevancia. Se menciona que la Isla Grande de Chiloé ha sido escenario de grandes cambios desde la segunda mitad del siglo XX, los que se han acentuado desde la década de los ochenta, producto de la apertura económica y de la inserción de capital global en la Isla, donde el estudio realizado muestra procesos de degradación y fragmentación debido a factores antropogénicos; principalmente producto de la sustitución del bosque nativo, la extracción leña, la extracción de turba y la actividad pecuaria.

Un aspecto característico de la zona de estudio es la existencia llanos de suelos ñadis en desuso y tierras agrícolas cultivables, denominadas turberas, las cuales son el resultado de fenómenos naturales y/o de intervención antrópica. Es en estas superficies donde se puede encontrar el musgo *Sphagnum spp.* (pompón o musgo de turberas) y otras plantas acuáticas.

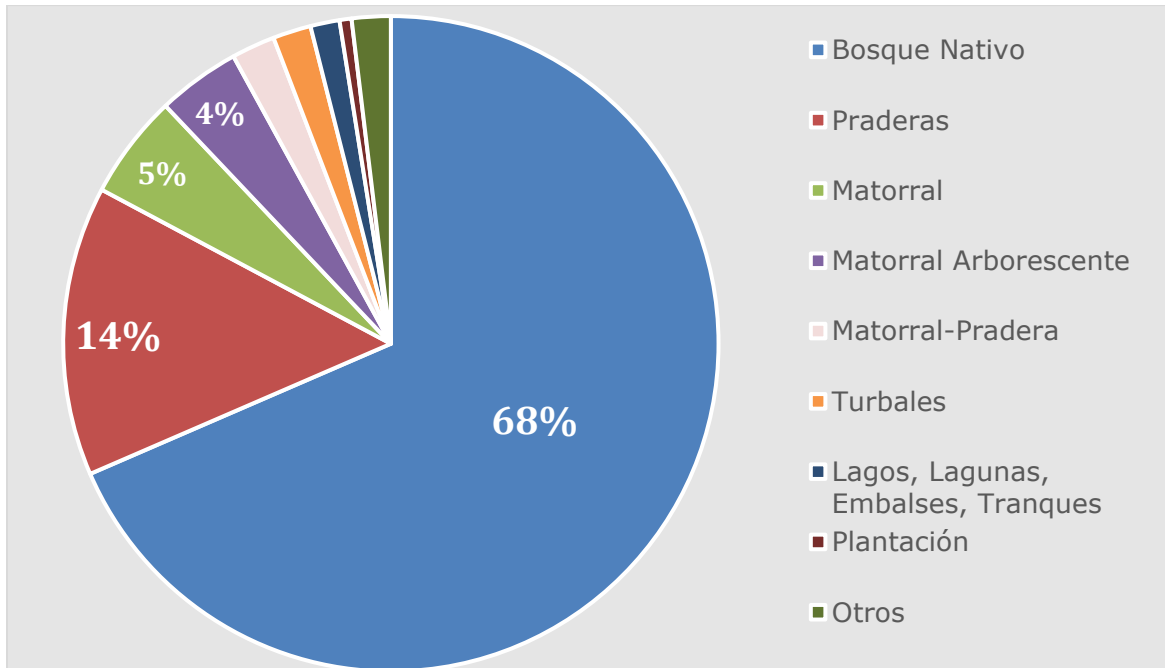
2.1.1.3.2 Uso de suelo y variación temporal

Respecto al uso de suelo, para la cuenca en estudio fueron catastradas más de 6.317 km² de bosque nativo y 1.317 km² de praderas según la clasificación que entrega la Corporación Nacional Forestal (2013). Se suma en importancia que para el territorio se reconocen 1049 km² de las clasificaciones donde existe el tipo de vegetación matorral, así como la superficie de turbales (173 km²) y la importancia de esta cobertura en el ciclo hidrológico. La Ilustración 2-1 y en la Tabla 2-2 se entrega referencia porcentual respecto a los usos categorizados para la cuenca.

Tabla 2-2. Superficie según usos de suelo en área de estudio

Subuso de suelo	Superficie (ha)	% por subuso de suelo
Bosque Nativo	631.671	68%
Praderas	131.793	14%
Matorral	47.408	5%
Matorral Arborescente	37.743	4%
Matorral-Pradera	19.784	2%
Turbales	17.366	2%
Lagos, Lagunas, Embalses, Tranques	13.257	1%
Plantación	5.448	1%
Otros	21.029	2%
TOTAL	925.500	100%

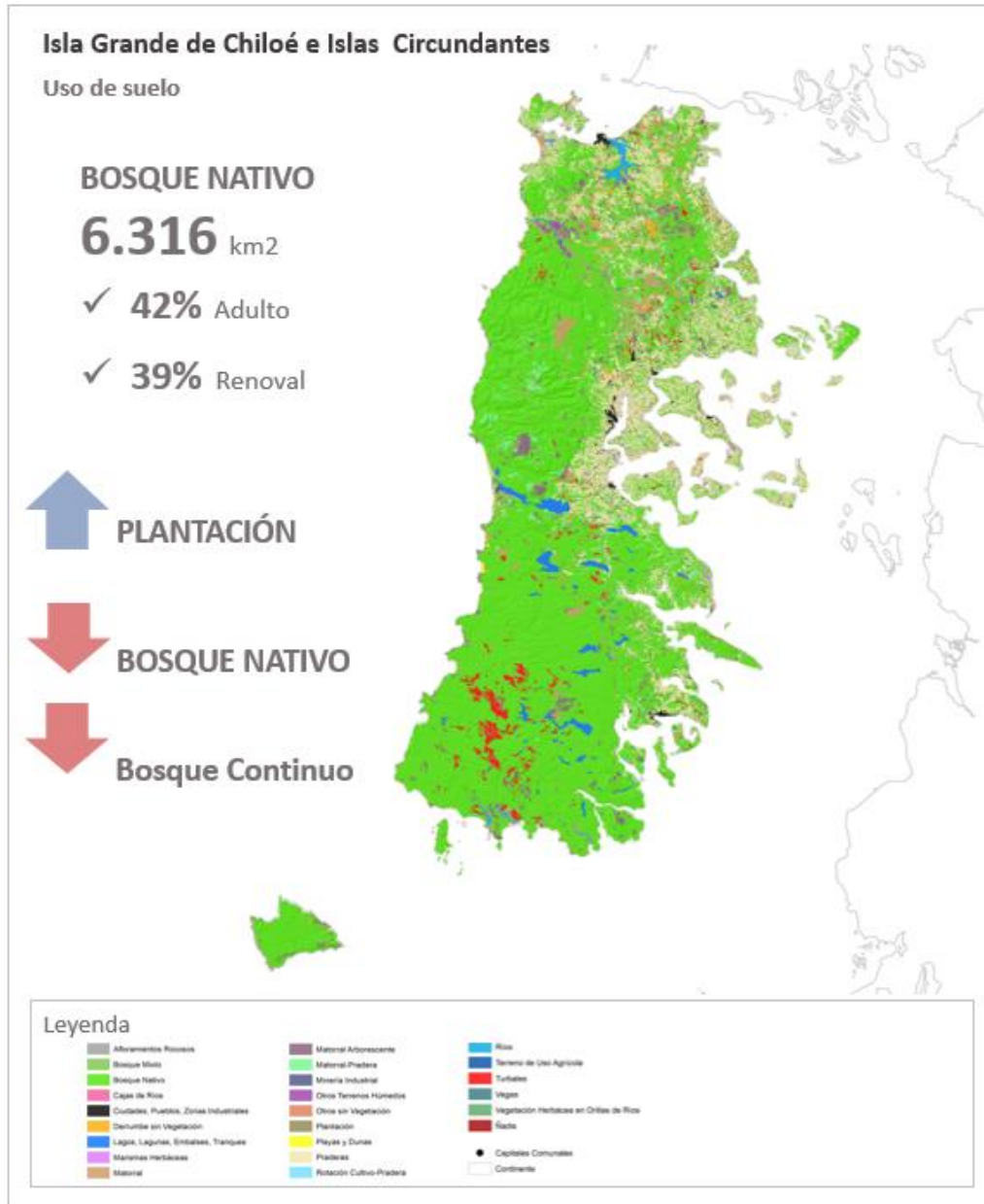
Fuente: CONAF (2013)



Fuente: CONAF (2013)

Ilustración 2-1 Porcentaje según usos de suelo en área de estudio

En la anterior, y aunque poco significativa, destaca la presencia de plantaciones forestales (1%), principalmente por la incidencia de este tipo de cultivo en la gestión de recursos hídricos, principalmente a nivel de microcuencas.



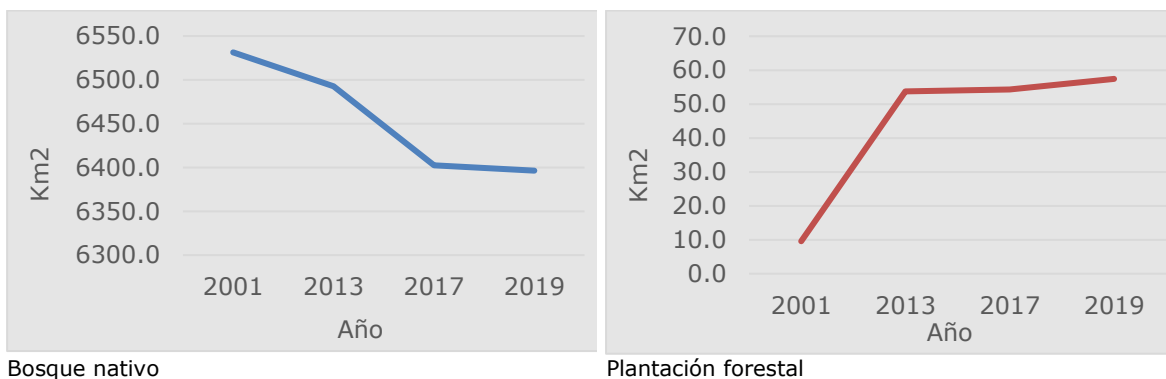
Fuente: Elaboración propia a partir de información de CONAF (2013)

Figura 2-4 Uso del suelo

Complementando lo anterior, en la Figura 2-4 se entrega la referencia geográfica de los usos de suelos y la manera en la cual se distribuyen en la zona de estudio, indicando además la variación para algunos usos en el tiempo antes referido.

Al hacer un desglose general se puede determinar más del 68% de la superficie total de la cuenca en estudio tiene cobertura de bosque nativo, aunque de este total solo un 42% corresponde a bosque adulto, mientras que el 39% correspondería a bosque renoval, donde este último valor es indicativo que se trata de una superficie que ha sido intervenida poco tiempo atrás.

Sumado a lo anterior se puede agregar la información entregada por el Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos de Chile (SIMEF)¹, plataforma donde se realiza análisis respecto a la variación de las diferentes coberturas de suelo entre al menos dos periodos. Para la cuenca en estudio se indica que desde el año 2001 hasta el 2019 las plantaciones forestales han aumentado a tasas cercanas a las 0,6%, mientras que la cobertura de bosque nativo retrocede a tasas aproximadas de 0,2% (**Ilustración 2-2**).



Fuente: Elaboración propia a partir de información de SIMEF (2019)

Ilustración 2-2 Evolución de la superficie de plantación forestal y bosque nativo zona de estudio

De lo antes presentado las tendencias relativas a los cambios en el uso del suelo para la cuenca en estudio dan cuenta de una leve pero creciente grado de afectación o degradación, respecto a factores que tienen una incidencia directa sobre el ciclo hidrológico. Además, si se observa la gráfica anterior se puede revisar como la tasa es

¹ Revisado en www.simef.cl

mayor después del año 2017, lo que podría ser concordante con la creciente solicitud de proyectos de subdivisión rústico (SPR), en el marco del Decreto 3.516 (1980) que Establece normas sobre división de predios rústicos.

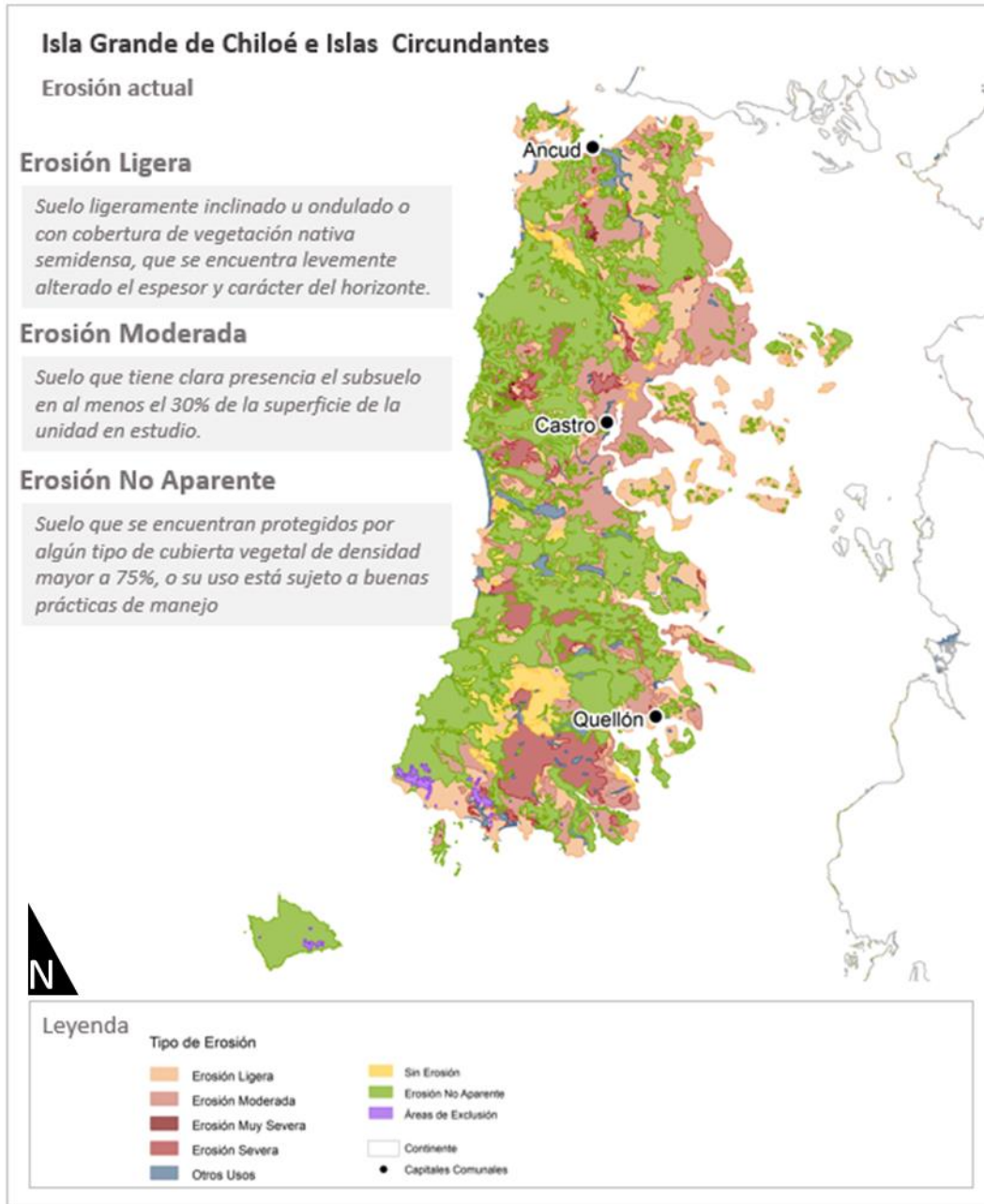
Como un componente más de la caracterización de suelos, en la Tabla 2-3 se entregan los porcentajes por categoría de erosión y en la Figura 2-5 se entrega imagen para referencia geográfica de lo indicado.

Tabla 2-3. Porcentajes según categorías de erosión en zona de estudio

Erosión	% del área de Estudio
Erosión Muy Severa	0,26%
Erosión Severa	7,20%
Erosión Moderada	20,17%
Erosión Ligera	21,67%
Erosión No Aparente	43,14%
Sin Erosión	4,14%
Otros Usos	2,98%
Zona de exclusión	0,44%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de CIREN (2010)

De los datos presentados destaca además que las superficies de Erosión No Aparente y Ligera y Moderada son las categorías más importantes respecto del total del área de estudio. Lo anterior tendría explicación principalmente por la incidencia que tiene la cubierta vegetal de las plantaciones forestales en el territorio.



Fuente: Elaboración propia a partir de información de CIREN (2010)

Figura 2-5 Erosión del suelo

2.1.2 Hidrología

La zona de estudio posee ríos de tres diferentes orígenes, ya sea cordilleranos (Coluco), con afluentes mixtos cordilleranos y de suelos ñadis (Butalcura), o sólo provenientes de suelos ñadis (Puntra). También su cuenca incluye arroyos emergentes y temporales, pantanos permanentes y meandros muertos, además de diferentes tipos de humedales inundables, debido a las oscilaciones mareales y los altos índices pluviométricos (Gobernación Provincial de Chiloé, 2015).

Al no existir en Chiloé reservas de agua en forma de nieve en la época estival, las precipitaciones son almacenadas en los humedales, los cuales la entregan paulatinamente a los cauces y acuíferos. El catastro de bosque nativo (CONAF, 2013) reconoce la existencia de casi 24 mil hectáreas de humedales, de los cuales se distinguen las turberas. Misma función se cumple en las planicies existentes en las zonas altas de la cordillera de la costa, que dan origen a los principales ríos de la isla grande. Estos influyen no sólo en la regulación del ciclo hidrológico, sino que también en la calidad del agua subterránea al actuar como filtros, siendo a la vez ecosistemas frágiles.

Las cuencas de islas de Chiloé y circundantes cuenta con cursos de agua superficial que drenan parte importante del terreno de la isla grande del archipiélago, y en menor medida en las islas circundantes, cuyos regímenes son esencialmente pluviales al no estar conectadas con la zona continental cordillerana de Chile y que, dada su ubicación costera, son de carácter exorreico. Respecto a su sistema de drenaje, es posible dividirla en los siguientes sectores:

- **Hacia el océano Pacífico por el noroeste:** Desde el punto de vista hidrográfico, corresponde al área más importante de la cuenca. Se ubica al norte del lago Cucao, constituido por un área con relieve montañoso formado por la cordillera de Piuchén y la cordillera de Cucao (entre otros), con altitudes que alcanzan los 850 (m s.n.m.).
El cauce principal de este sector corresponde al río Chepu, el cual drena gran parte del área con un escurrimiento desde el sur hacia el norte, lugar donde confluye con otros cauces como el río Puntra. Nace con el nombre de río Grande en la vertiente oriental de la cordillera de Piuchén. Luego, pasa a llamarse río Butalcura posterior a la confluencia con el cauce de dicho nombre, para finalmente denominarse río Chepu.
- **Hacia el océano Pacífico por el suroeste:** El sector sur se caracteriza por un relieve suave con cerros aislados de cotas menores a 400 (m s.n.m), compuesto por pequeñas lagunas y drenaje individual. En cuanto a sus cauces, en estos se destaca una mayor presencia de cuerpos lacustres, como los lagos Cucao, Huillinco y Tepuhueico, y una menor presencia de ríos en comparación a la zona anteriormente descrita, entre los que resaltan el Torrentoso y Medina.

- **Hacia el canal de Chacao y golfo de Ancud por el noreste:** Hacia el canal de Chacao se tiene fundamentalmente la subcuenca del río Pudeto, ubicado en el estero de Coipomó, nutrido por diversos cauces entre los cuales destacan por su magnitud los ríos Negro y Paila, siendo el primero el drenaje principal del área. Estos cauces nacen en el cordón de cerros formado por los altos de Tantauco y de Pindapulli, hacia el sur – este de esta zona.
Respecto al drenaje hacia el golfo de Ancud, existen pequeños cursos que nacen de pequeños lomajes o cerros menores. Entre los cuerpos apreciables se encuentra el río Colu, el cual emana del lago Popetán. Ambos se encuentran en la zona costera más austral de la isla grande que descarga hacia este golfo.
- **Hacia el golfo de Corcovado por el sureste:** Presenta solo cursos menores de desarrollo, sin superar los 10 (km) de longitud. Destacan, desde la zona norte a sur de la costa del golfo, los ríos Gamboa, Natri, Chadmo y San Antonio. El primero, descarga en el fiordo de Castro, el segundo en el de Huilad y los otros dos cauces desembocan frente a la isla Tranqui. También se reconocen cuerpos lacustres, dentro de las que destacan los lagos de Natri, Yaldad y San Antonio, desde donde nacen sus ríos homónimos.
Hacia la zona más austral del golfo resaltan los ríos Inio, Quilanlar y Ayentema. Este último nace del lago Salmón, presente también en esta zona de la cuenca.
- **Islas circundantes:** Además de la isla grande de Chiloé, existen diversas islas que la circundan, las cuales se concentran principalmente en el golfo de Corcovado y la zona más austral de la cuenca. Debido al menor tamaño de los cuerpos terrestres de esta zona insular, sus cursos de agua superficial también son de pequeña longitud.

En las cuencas de las islas Chiloé y circundantes se han definido los Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC) como se visualiza en la Figura 4-4 y en la Tabla 4-8. Existen 59 SHAC en el área de estudio, pero los sectores pertenecientes a las islas circundantes (53) se han presentado agrupados y denominados como Islas Circundantes. Todos los SHAC están declarados en estado abierto (Tabla 2-4).

Tabla 2-4 Sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común (SHAC) y situación de restricción en la zona de estudio.

SHAC	Situación	Área (km ²)
Ancud	Abierto	1.405
Chepu	Abierto	1.077
Castro	Abierto	656
Piuchén	Abierto	735
Huillinco	Abierto	1.737
Quellón	Abierto	2.743
Islas Circundantes (53)	Abierto	943

Fuente: Elaboración propia a partir de información de DGA (2021).

Los SHAC de mayor extensión corresponden a Quellón (2.743 Km²), Huillinco (1.737 Km²), Ancud (1.405 Km²) y Chepu (1.077 Km²).

2.1.3 Ciudades y población

Los antecedentes entregados en este apartado permiten un acercamiento sociodemográfico a la zona de estudio, permitiendo así el cruce de criterios técnicos hidrológicos con parámetros poblaciones necesarios de ser considerados en el plan a proponer.

2.1.3.1 Asentamientos humanos

La zona de estudio se encuentra referida exclusivamente a la provincia de Chiloé, la cual se caracteriza por una particular geografía de numerosos accidentes, canales, lagunas, lagos, fiordos y pequeñas islas. Se presenta como una Isla Grande junto a una cadena de más de 40 islas menores.

La cuenca analizada se encuentra formada por 10 comunas, de las cuales la Tabla 2-5 entrega la población total, mientras que en la Figura 2-7 se muestran las unidades administrativas de la zona de estudio.

Tabla 2-5. Población total de las comunas de la cuenca

Comuna	Población urbana	Población rural	Total, Población
Castro	34.044	9.763	43.807
Ancud	28.265	10.726	38.991
Chonchi	5.714	9.144	14.858
Curaco de Vélez	1.106	2.723	3.829
Dalcahue	7.200	6.562	13.762



Comuna	Población urbana	Población rural	Total, Población
Puqueldón	-	3.921	3.921
Queilén	2.323	3.062	5.385
Quellón	17.814	9.378	27.192
Quemchi	2.512	5.840	8.352
Quinchao	3.209	4.879	8.088
Total	102.187	65.998	168.185

Fuente: Elaboración propia a partir de información de antecedentes INE (2017)

De la tabla anterior se desprende que son las comunas de Castro, Ancud y Quellón las que concentran las tres ciudades más populosas de la zona de estudio (70% del total de la zona de estudio), seguidas de Dalcahue y Quinchao.

2.1.3.1.1 Castro

Castro se encuentra ubicada en el centro de la isla, en la costa interior, es la capital provincial y también la que concentra la mayor cantidad de habitantes, y según Silva (2020) solo el 7,77% del total vive en áreas urbanas.

Silva (2020) indica que en la comuna de Castro existe un total de 13.958 viviendas con datos válidos, de las cuales 669 se encuentran con un nivel de hacinamiento medio y 44 viviendas con hacinamiento crítico. Considerando estos dos niveles de hacinamiento, un 5,1% de las viviendas de la Comuna presenta algún grado de hacinamiento.

2.1.3.1.2 Ancud

Esta comuna limita al norte con la Provincia de Llanquihue, separada por el Canal de Chacao. Al sur con Dalcahue, al oriente con Quemchi y el Golfo de Ancud y al poniente con el Océano Pacífico. Según Silva (2020) Ancud es la segunda ciudad más poblada de la zona de estudio y se ubica en el extremo norte de la isla con 72,5% de los habitantes viviendo en sectores urbanos.

Aunque gran parte de la población se concentra en la capital comunal, Ancud está compuesta por 26 localidades, de las cuales se pueden mencionar diez como las importantes, sobre todo por el uso de recursos hídricos desde sistemas de agua potable rural: Chacao, Chacao Viejo, Caipulli, Caulín, Manao, Linao, Capilla, Chepu, Quetalmahue, Quempillén. De este listado, tanto Chacao y Quetalmahue tienen un perfil urbano que se asemeja a Ancud.

En la comuna, y particular en los núcleos urbanos de esta, se reconoce que la salmonicultura ha sido causante de una importante transformación espacial y la forma en que se ocupa el territorio comunal. De acuerdo I. Municipalidad de Ancud (2019) la presencia de la monocultura productiva del salmón, modificó la naturaleza de las



actividades económicas, reestructurando el mercado local en base a un modelo de desarrollo tipo enclave, e interviniendo directamente en la planificación del territorio por medio de la presión sobre el uso del suelo urbano y rural por parte de los nuevos habitantes. Este fenómeno, junto a otros tipos de actividades que se desarrollan como por ejemplo de estas actividades emergentes son el turismo y la silvicultura, la cuales han experimentado un desarrollo creciente en Chiloé, se constituyen dentro de los factores más importantes de conformación del territorio.

2.1.3.1.3 Quellón

Esta comuna es la de mayor superficie en la provincia de Chiloé, y de acuerdo con el Gobierno Regional de Los Lagos (2021) el territorio insular de esta comuna está compuesto por un conjunto de 10 islas: Chaullín, Cailín, Laitec, Coldita, San Pedro, Yencouma, Quilán, Guapi-Quilán, Grupo Esmeralda y Guafo que en conjunto ocupan una superficie de 81 km².

La comuna de Quellón limita al norte con las comunas de Chonchi y Queilén, al oeste con el océano pacífico, al este con la Provincia de Palena y al sur con el golfo de Guafo.

La comuna de Quellón tiene una población de 27.192 personas con un 65,5% de habitantes viviendo en zonas urbanas.

2.1.3.1.4 Quemchi

Esta comuna se encuentra a aproximadamente 75 km de Castro. Limita al norte y al oeste con Ancud, al sur con Dalcahue y de forma marítima con Quinchao.

Según Gobierno Regional de Los Lagos (2021) la comuna cuenta con 3 (tres) vías principales de acceso terrestre además de la marítima.

- Ruta W-35, que corresponde a un camino de asfalto, que se encuentra en regular estado con perfil irregular (badén o resalto) en parte del trayecto y varias pendientes largas y pronunciadas, desde el cruce de Degán hasta Quemchi con una velocidad recomendada de 60 Km/h.
- Ruta W-15, Desde cruce Chacao-Linao por la costa. Corresponde a una ruta asfaltada en los primeros 15 kilómetros para luego continuar con unos 30 kilómetros de ripio. Esta ruta cuenta con el recorrido de sólo una empresa de transporte intercomunal. El sector ripiado se encuentra en varios sectores con calamina la que se acrecienta en pendientes cortas pero inclinadas.
- Ruta W-195 que conecta Quemchi y Dalcahue por la costa hacia el sur del territorio comunal. Desde Quemchi cuenta con los primeros 14,5 kilómetros asfaltados hasta el sector denominado Puchaurán.

Por su parte el acceso marítimo se concentra en las islas, principalmente: Isla Caucahué (frente a las costas de Quemchi y que le sirven de frontón y molo natural a la capital



comunal); el conjunto de islas Chauques, destacándose la isla Butachauques y la isla más alejada denominada Tac.

2.1.3.1.5 Dalcahue

Esta comuna limita por el norte con Ancud y Quemchi, mientras que, por el sur con la comuna de Castro, y al este con la comuna de Curaco de Vélez. De acuerdo con información de la I. Municipalidad de Dalcahue (2017), un 29% de la población es de pueblos originarios, agregando que un 52,3% del total pertenece a la zona Urbana y el 47,7% a la zona Rural.

Se agrega que, pese a las condiciones geográficas y climáticas, la cobertura educacional es correcta. Según la I. Municipalidad de Dalcahue (2017) indica que un 95% cumple con la asistencia a la educación escolar, un 79% asiste a la educación media y un 12% asiste a la educación superior. De esta cantidad el 84% termina la educación superior. Agrega que la escolaridad del jefe de hogar, que alcanza un promedio de 8,6 años, y el promedio de escolaridad de los habitantes que se consideran pertenecientes a pueblos originarios de 7,8 años.

Relacionado con caracterización económica que se me mencionó en este documento, los sectores que más generan empleo son la agricultura, ganadería, pesca, acuicultura (sector primario), seguido de la artesanía, construcción, industrias procesadoras, entre otras.

2.1.3.1.6 Curaco de Vélez

La comuna se encuentra ubicada en isla de Quinchao, compartiendo este territorio con la comuna de Quinchao. Separada por aguas, limita el norte con Dalcahue, al oeste con Castro, y al sur por la propia Quinchao. Es un territorio que centra su economía en la agricultura, como la siembra de papas, huertas unifamiliares, trigo, los cultivos acuícolas como el pelillo ostras, choritos, abalones, ostras y la ganadería fundamentalmente vacunos y ovejas.

A pesar de que las actividades administrativas se centran en el núcleo urbano Curaco de Vélez, existen otras localidades de relativo interés, de las cuales la I. Municipalidad de Curaco de Vélez (2018) indica lo siguiente:

- San Javier: Se ubica frente a Dalcahue, y tiene importancia por la presencia de moluscos y crustáceos, en cuyo borde es posible observar huellas de la era glacial y conchales arqueológicos.
- Diañ (dogan): Conserva molinos de agua y artesanía en lana y fibras vegetales (voqui).
- Changuitad: Aquí está la casa museo (replica) de Galvarino Riveros. Tiene playas aptas para mariscar y pescar. Abundante flora, fauna y artesanía en lana y voqui. Se conservan molinos de agua.

- Palqui: Ubicado al noreste de la comuna de Curaco de Vélez, uno de los parajes más bellos de la Isla Quinchao, entres cerros altos frente al mar, islas del mar interior y la cordillera.
- Chullec: Vista panorámica de hermosos paisajes. Quebradas con abundante vegetación. Tiene una Iglesia y molino de agua. Se desarrolla la artesanía en lana.
- Huyar Alto y Bajo: Es uno de los pueblos más antiguos de la isla Quinchao, ubicada en el sector norte de la comuna de Curaco de Vélez, entre Palqui y Diañ, cuya playa conforma una bahía donde desagua un río que toma el nombre del sector.
- Huenao: Lugar de abundante vegetación y extensas playas.

2.1.3.1.7 Quinchao

De acuerdo con Ilustre Municipalidad de Quinchao (2019) el sistema comunal de centros poblado de Quinchao contiene 19 centros que presentan una población igual o superior a 100 habitantes y, con la excepción de Achao, todos se encuentran por bajo los 300 habitantes, en tanto sólo 7 se encuentran dentro de la Isla de Quinchao, conectados con la cabecera comunal mediante un sistema vial de transporte. Los demás centros se ubican en el archipiélago y su accesibilidad a la cabecera comunal es mediante transporte marítimo.

La Ilustre Municipalidad de Quinchao (2019) indica que las principales fuentes de empleo en la comuna son los servicios (públicos y privados), les siguen las actividades silvoagropecuarias y luego minería, construcción y manufactura. Agrega que la pesca y la agricultura son económicamente las empresas más relevantes, las cuales se desarrollan lejos o al margen de las áreas urbanas; no obstante, estas actividades demandan la proximidad de servicios complementarios y una buena accesibilidad a las vías de transporte y facilidades portuarias. La localización de la industria pesquera, en las proximidades a los centros poblados se ve como una amenaza a la calidad de vida de éstos y a la actividad turística, por el menoscabo al paisaje.

Se menciona también que las empresas pesqueras y agrícolas son seguidas de las actividades de servicios que sí privilegian su emplazamiento en las áreas urbanas, donde destaca en este caso la tendencia de crecimiento que manifiesta el cimerio y en general los servicios de apoyo al turismo.

2.1.3.1.8 Puqueldón

Esta comuna tiene por capital al poblado de Puqueldón, ubicado al norte de la isla, y consiste en la totalidad de la Isla Lemuy. De acuerdo con Ilustre Municipalidad de Puqueldón (2018) la comuna posee una baja densidad de población que con 97 km² de superficie comunal, alcanza a 45,52 hab/km², lo que indica que la población comunal se encuentra muy dispersa en el territorio, rasgo característico de las zonas aisladas del



país. El principal acceso a la comuna es por vía marítima, a través del transbordador que une las localidades de Huicha, ubicada junto a la ruta W-853 en la isla de Chiloé, y Chulchuy, en la isla Lemuy. Desde Chulchuy se puede acceder a toda la comuna.

Respecto a las localidades de importancia, es Puqueldón quien es el centro de equipamientos esenciales y de servicio. Se reconocen núcleos menores como Aldachildo, San Agustín, y Detif, las cuales depende de la cabecera comunal para el aprovisionamiento de servicios. Sobre esto la Ilustre Municipalidad de Puqueldón (2018) define que Aldachildo es la segunda localidad más poblada de la comuna, lo cual le otorga un peso relativo importante, en términos socioeconómicos; mientras que San Agustín tiene una ubicación privilegiada dentro de la estructura comunal, dado que está localizada en el centro geográfico de la isla Lemuy. Por su parte la localidad de Detif alberga un peso secundario a nivel comunal, dada su baja población y su dificultad para acceder a los servicios y equipamientos comunales.

De todas maneras, la Ilustre Municipalidad de Puqueldón (2018) menciona que, en términos comunales, se muestra distribución bastante homogénea, con gran cantidad de localidades pequeñas, distribuidas en todo el territorio local, en conjunto con una gran cantidad de población dispersa asentada cada cual en su propio predio agrícola.

2.1.3.1.9 Chonchi

La comuna se encuentra ubicada entre Castro (norte) y Quellón (sur). Por el este delimita con Queilén y con Puqueldón (separado por el mar). Según la Ilustre Municipalidad de Chonchi (2018) la capital comunal es la propia localidad de Chonchi, constituyéndose en el único centro urbano de la comuna. Una de las características principales de la comuna es la alta ruralidad, complementada con una significativa dispersión de la población y aislamiento geográfico del sector oeste de la comuna.

Las principales localidades del territorio son: Terao, Huillinco, Petanes Alto, Pulpito, Nalhuitad, Rauco, Chanquín y Cucao.

Como actividades productivas, en la comuna destaca la actividad turística y acuícola, la actividad agrícola, ganadera y forestal se desarrolla principalmente por pequeños productores los cuales no presentan una concentración geográfica tan definida como los casos que se indican.

2.1.3.1.10 Queilén

Esta comuna se ubica en la parte sur este de la zona de estudio, y limita el oeste con Chonchi, al sur oeste con Quellón y al este, separado por el mar, con el territorio continental.

La comuna se conforma de 2 islas: Tranqui y Acuy, de las cuales cada uno tiene las siguientes localidades o núcleos urbanos:



- Isla Tranqui: San José, Leupetu, Centinela, Nepue, Tranqui, Alqui, Millahue.
- Isla Acuy: Acuy

De acuerdo con Gobierno Regional de Los Lagos (2021) en la comuna existen 2 accesos a la comuna, la primera es por el norte desde la ciudad de Chonchi y corresponde a la ruta vial W-853, esta ruta se encuentra pavimentada y en perfecto estado y concluye en el cono vial del poblado de Queilén. La segunda entrada es por la carretera 5 sur que va desde Ancud a Quellón. Corresponde a la ruta W-851, actualmente pavimentada, se ubica en la parte suroeste de la comuna, en el sector llamado Díaz Lira, y se une al acceso norte de nuestra comuna por el camino de los Sectores de Apeche - Contuy.

Respecto al desarrollo productivo de este territorio, destacan el rubro agropecuario (principal actividad), seguido del comercio.

2.1.3.2 Demografía

Según los datos recolectados en el Censo del 2017 (INE, 2017), la comuna de Ancud posee una población de 38.991 habitantes, de los cuales 19.962 son mujeres y 19.029 son hombres. Un 27,51% (10.726 habitantes) corresponde a población rural y un 72,49% (28.265 habitantes) a población urbana. El índice de masculinidad es de 98,21 al año 2017. Al año 2006, la escolaridad era de 9,5 años, en promedio.

En la comuna de Castro, según el Censo de 2017, la población al año 2017 fue de 43.807 habitantes, donde 22.336 correspondían a mujeres y 21.471 a hombres. El índice de masculinidad es de 96,43 para el año 2017. Un 22,30% (9.767 habitantes) corresponde a población rural y un 77,70% (34.040 habitantes) a población urbana. Al año 2006 la escolaridad era de 9,0 años.

En la comuna de Chonchi, según INE (2017), la población fue de 14.858. De este número, 7.413 correspondían a mujeres y 7.445 a hombres. Un 61,54% (9.144 habitantes) corresponde a población rural y un 38,46% (5.714 habitantes) a población urbana. El índice de masculinidad es de 105,46. Al año 2006 la escolaridad era de 7,7 años.

La comuna de Curaco de Vélez posee una población de 3.829 habitantes, de los cuales 1.976 son mujeres y 1.853 son hombres. El índice de masculinidad es de 93,24 para el año 2017. Un 28,88% (2.723 habitantes) corresponde a población rural y un 71,12% (1.106 habitantes) a población urbana. Al año 2006 la escolaridad era de 7,8 años.

En la comuna de Dalcahue, según el Censo de 2017, la población al año 2017 fue de 13.762 habitantes, donde 6.849 correspondían a mujeres y 6.913 a hombres. El índice de masculinidad es de 102,79 para el año 2017. Un 47,68% (6.562 habitantes) corresponde a población rural y un 52,32% (7.200 habitantes) a población urbana. Al año 2006 la escolaridad era de 7,7 años.

En la comuna de Puqueldón, según el Censo de 2017, la población fue de 3.921. De este número, 1.948 correspondían a mujeres y 1.973 a hombres. Un 100,00% (3.921 habitantes) corresponde a población rural y un 0,00% (0 habitantes) a población urbana. El índice de masculinidad es de 93,13. Al año 2006 la escolaridad era de 6,9 años.

La comuna de Queilén posee una población de 5.385 habitantes, de los cuales 2.612 son mujeres y 2.773 son hombres. El índice de masculinidad es de 107,6 para el año 2017. Un 11,06% (289 habitantes) corresponde a población rural y un 88,94% (2.323 habitantes) a población urbana. Al año 2006 la escolaridad era de 6,7 años.

La comuna de Quellón posee una población de 27.192 habitantes, de los cuales 13.335 son mujeres y 13.857 son hombres. El índice de masculinidad es de 113,37 para el año 2017. Un 34,49% (9.378 habitantes) corresponde a población rural y un 65,51% (17.814 habitantes) a población urbana. Al año 2006 la escolaridad era de 8,1 años.

En la comuna de Quemchi, según el Censo de 2017, la población al año 2017 fue de 8.352 habitantes, donde 4.044 correspondían a mujeres y 4.308 a hombres. El índice de masculinidad es de 108,67 para el año 2017. Un 69,92% (5.840 habitantes) corresponde a población rural y un 38,08% (2.512 habitantes) a población urbana. Al año 2006 la escolaridad era de 7,7 años.

Tabla 2-6. Porcentaje de población por tramo de edad (%)

Tramo de Edad	0 - 14	15 - 29	30 - 44	45 - 64	65 o más	Total (%)
Ancud	19,94	19,76	20,28	26,65	13,36	100
Castro	20,83	20,77	23,46	24,01	10,93	100
Chonchi	19,73	21,51	22,39	24,92	11,46	100
Curaco de Vélez	20,68	19,46	20,84	23,69	15,33	100
Dalcahue	21,48	21,27	21,65	24,22	11,39	100
Puqueldón	17,98	18,06	22,19	25,27	16,5	100
Queilén	41,58	40,2	43,64	53,75	26,99	100
Quellón	23,28	22,76	23,62	23,11	7,23	100
Quemchi	19,1	17,83	21,06	26,53	15,48	100
Quinchao	19,63	18	21,87	25,43	15,06	100

Fuente: Elaboración propia a partir de INE (2017)

La comuna de Quinchao posee una población de 8.088 habitantes, de los cuales 4.147 son mujeres y 3.941 son hombres. El índice de masculinidad es de 96,89 para el año 2017. Un 60,32% (4.879 habitantes) corresponde a población rural y un 39,68% (5.840 habitantes) a población urbana. Al año 2006 la escolaridad era de 8,2 años.

La Tabla 2-6 presenta la población por tramo de edad para las diez comunas que componen la cuenca.

2.1.3.3 Pueblos Originarios

La región de Los Lagos se destaca por una amplia diversidad cultural, producto de siglos de historia y relaciones interétnicas. Un gran porcentaje de la población regional actual (26,82%) se declara perteneciente a algún pueblo indígena reconocido por el Estado (Tabla 2-7).

Tabla 2-7. Estadística regional de población indígena

Pertenencia indígena	Cantidad de personas	Porcentaje
No pertenece a pueblo originario	646.053	73,18%
Pertenece a pueblo originario	236.737	26,82%
Total región de Los Lagos	882.790	100,00%

Fuente: CONADI, 2020

En base a los datos recogidos por CASEN (Ministerio de Desarrollo Social, 2019), el pueblo Mapuche es el pueblo indígena que predomina dentro de los pueblos originarios reconocidos constitucionalmente, en la región de los Lagos. Sobresale con un porcentaje mayor de 98,96%. Hay que considerar que en la región la identidad territorial se reconoce como Williche "gente del sur"; población asentada en una particular geografía con sus propias construcciones socioculturales, siconaturales, y sociolingüísticas, pero troncalmente pertenecientes al pueblo mapuche.

Otros pueblos indígenas, en términos de autorreconocimiento, también tienen presencia en la región, pero comparativamente muy debajo en cuanto a cantidad. Entre estos encontramos el pueblo Kawashkar o Alacalufe (0,67%), Aymara (0,19%), Quechua (0,06%), Diaguita (0,05%), Rapa Nui (0,04%) y Collas (0,03%).

De acuerdo con CASEN en la Provincia de Chiloé se muestra un marcado asentamiento en áreas rurales de la provincia, en comparación a la población no indígena con una mayor concentración poblacional en las zonas urbanas.

En ellas, la población autorreconocida como indígena se distribuye de acuerdo con lo expuesto en la Tabla 2-8, donde además se precisa la Población indígena acreditada y el número de agrupaciones (comunidades y asociaciones) indígenas acreditadas.

Tabla 2-8. Población indígena autorreconocida por comuna

Comuna	Población indígena autorreconocida	%Población indígena autorreconocida respecto al total comunal	Población indígena acreditada	N° Agrupaciones (comunidades y asociaciones) indígenas acreditadas
Ancud	11.267	26%	8.481	89
Castro	11.175	29%	8.228	29
Chonchi	3.603	24%	2.776	57
Curaco de Vélez	1.044	27%	657	7
Dalcahue	7.345	53%	2.770	15
Puqueldón	1.024	26%	743	5
Queilén	3.839	71%	1.827	35
Quellón	18.653	69%	6.717	58
Quemchi	4.170	50%	1.963	19
Quinchao	4.980	62%	2.478	36
Total	67.100	-	36.640	350

Fuente: CONADI, 2020

2.1.3.4 Actividad Económica

Las comunas que forman parte de la provincia de Chiloé tienen su base productiva y económica en el rubro de pesca, destacando actividades como la salmonicultura (cultivo de salmones), mitilicultura (cultivo de choritos) y pesca artesanal. A lo anterior se suman las áreas: Forestal, servicios, agricultura, y el turismo.

2.1.3.4.1 Antecedentes generales de las actividades productivas

La actividad económica dentro de la cuenca se centra, principalmente, en los sectores productivos: Pesca, agricultura, ganadería, seguidos de los servicios y el turismo. El detalle de las principales actividades desarrolladas en y entorno a los asentamientos humanos que componen la cuenca de estudio, se presenta en la Tabla 2-9.

Tabla 2-9. Resumen de Información de Actividades Económicas Asociadas a las comunas de la cuenca

Comuna	Actividad Principal	Período de Desempeño
Castro	De acuerdo con la Ilustre Municipalidad de Castro (2017) las principales actividades económicas son: construcción, transporte y comunicaciones, comercio, hoteles y restaurantes y la actividad inmobiliaria y de alquiler.	Todo el año, y turismo preferentemente en verano
Ancud	Sobre este ámbito, la Actualización del Plan de Desarrollo Comunal Comuna de Ancud (2018-2026), indica que a escala comunal el perfil productivo de la comuna de Ancud está dado principalmente por la pesca, sector comercial y de servicios, seguidos estos por la actividad agrícola y turismo.	Las actividades se realizan todo el año, con la excepción de algunos cultivos agrícolas y la temporalidad del turismo (diciembre a febrero).
Quemchi	De acuerdo con el Gobierno Regional de Los Lagos (2021) en esta comuna las principales actividades productivas son la pesca y la agricultura, extracción de algas (luga y pelillo) y del musgo <i>Sphagnum</i> (pompón), cultivo de mitílidos (choros) y otras especies vinculadas al resurgimiento de la industria salmónida tras el brote en 2007 del virus ISA (anemia infecciosa) el que gatilló una grave crisis en el sector. Se suma a lo anterior un incipiente sector turístico en este territorio.	Las actividades de pesca se pueden realizar durante todo el año, mientras que el turismo tiene la estacionalidad típica de este rubro.
Dalcahue	Según la Ilustre Municipalidad de Dalcahue (2018) los sectores más importantes son agricultura, ganadería, pesca, salmonicultura, mitilicultura, seguido del sector turístico y servicios.	Todo el año, con excepción de la estacionalidad del turismo, en cual se centra en los meses de diciembre a febrero.
Curaco de Vélez	De acuerdo con Ilustre Municipalidad de Curaco de Vélez (2015), las principales actividades de este territorio son la pesca salmonicultura, mitilicultura, seguida del sector agrícola. Se menciona también un incipiente turismo, basado en sus bellezas naturales y territoriales.	Todo el año, con excepción de la estacionalidad del turismo (diciembre a febrero).
Quinchao	Según la Ilustre Municipalidad de Curaco de Vélez (2019), son la pesca, salmonicultura, mitilicultura y la agricultura las actividades más relevantes, seguidas de los servicios asociadas a estos dos rubros, sumando también el turismo.	Todo el año, con excepción de la estacionalidad del turismo (diciembre a febrero).
Puqueldón	De acuerdo con la Ilustre Municipalidad de Puqueldón (2018), las principales actividades económicas de las comunas son la Pesca, cultivos de recursos marinos y bentónicos, Agricultura y Ganadería. En un grado menor de importancia se suman servicios y turismo.	Todo el año, con excepción de la estacionalidad del turismo (diciembre a febrero).
Chonchi	Según la Ilustre Municipalidad de Chonchi (2018) la principal actividad es la pesca salmonicultura, mitilicultura, seguida del turismo y servicios.	Todo el año, con excepción de la estacionalidad del

Comuna	Actividad Principal	Período de Desempeño
		turismo (diciembre a febrero).
Queilén	Según lo expuesto por el Gobierno Regional de Los Lagos (2021), este territorio tiene como principales actividades económicas en los rubros de Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Estas son seguidas de Comercio y Transporte.	Todo el año
Quellón	De acuerdo Gobierno Regional de Los Lagos (2021) menciona que esta comuna se caracteriza por su actividad agrícola y ganadera, pesca, seguida del comercio.	Todo el año

Fuente: Elaboración propia

De las unidades administrativas listadas en la tabla anterior, se debe mencionar que existen comunas que han sido categorizadas como territorio de rezago en la región de Los Lagos, como Quemchi, Queilén y Quellón, determinado en base su aislamiento geográfico estructural que posee y los índices de pobreza multidimensional

Respecto a cómo las actividades productivas de la zona estudio se concentran en la pesca, y específicamente en la industria salmonera, destaca lo indicado por Pávez M, C. (2012), que señala que "este rubro ha producido importantes transformaciones de las actividades productivas locales, especialmente en lo relacionado a la pesca artesanal. Las actividades pesqueras locales han sufrido transformaciones importantes generando, por un lado, relaciones de conflicto con la industria a nivel ambiental y espacial, pero por otro, estableciendo relaciones de cooperación basadas en los flujos de mano de obra y en la posibilidad de acceso a remuneraciones fijas por parte de los pescadores. Lo interesante de esta relación, es que el aporte de mano de obra por parte de los pescadores es especializado, como es en el caso de los buzos o de los patronos de naves, generando una relación estrecha de dependencia mutua, donde los pescadores no han sido desplazados ni han enfrentado un proceso de desarraigo violento de su actividad, sino que forman parte de un proceso de transformación dentro del mismo sector, aunque en rubros distintos. De esta forma, el dualismo entre el auge de la salmonicultura y las pérdidas en los otros rubros no sería siempre sustentable".

2.1.3.4.2 Actividad agropecuaria

Si bien es cierto que el turismo y las actividades de pesca y salmonicultura son las de mayor presencia en la zona de estudio, la producción agrícola tiene una considerable importancia sobre todo cuando se analiza desde la perspectiva del uso del suelo.

Para el tamaño de las explotaciones agropecuarias, de acuerdo con INE (2007) las explotaciones menores a 50 ha comprenden el 42% del total en términos de superficie, correspondiente a cerca del 90% de los informantes. Por otro lado, con propiedades de entre 50 y 200 hectáreas se encuentra el 25% de la superficie provincial (8% de los informantes), y para predios superiores a 200 ha, el restante 32%, del cual solo 5 informantes contienen el 14% de la superficie.

De la superficie agropecuaria, las comunas de Ancud, Curaco de Vélez, Puqueldón y Quellón es donde se centra la actividad (más del 80% del área productiva). Los datos entregados por INE (2007) el tamaño promedio de las explotaciones corresponde a 26,4 ha, donde Quellón emerge como la comuna con el mayor tamaño promedio por explotación (79,9 ha), casi 3 veces el promedio provincial, mientras que la comuna de Quinchao contiene el menor promedio (9,6 ha) equivalente a un 35% del promedio provincial.

Con respecto al uso productivo del suelo agrícola en la Isla de Chiloé, la Tabla 2-10 muestra la distribución por los principales rubros de cultivos.

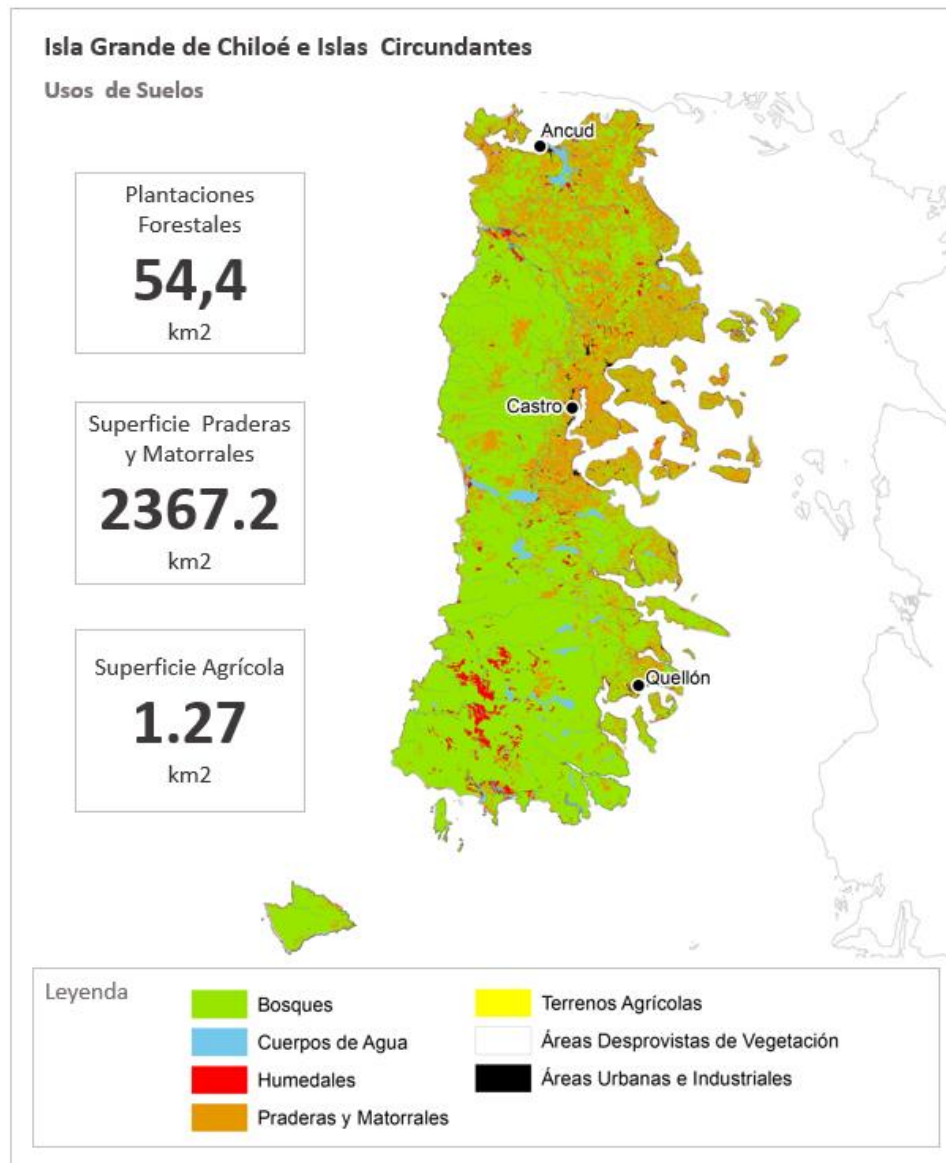
Tabla 2-10. Uso del suelo de las explotaciones agropecuarias con tierra en la Provincia de Chiloé

Cultivo o Plantación	Superficie (ha)
Cereales	390,5
Leguminosas y tubérculos (papa)	3.348,0
Cultivos industriales	-
Hortalizas	557,7
Flores	2,5
Plantas forrajeras	6.901,0
Praderas naturales	78.763,0
Praderas mejoradas	58.447,0
Frutales	1.583,5
Viñas y parronales viníferos	-
Viveros	-
Semilleros	10,0
Plantaciones forestales	4.134,0
Total	154.137,2

Fuente: Elaboración propia a partir de INE (2007).

De la tabla anterior se desprende que la actividad agrícola es bastante reducida, representando el 11% del total de la superficie plantada o sembrada a nivel regional. En relación con las praderas, estas alcanzan las 137 mil hectáreas en las comunas que

forman parte de la zona de estudio, con una predominante producción de praderas naturales, 78.763 ha, equivalentes al 57% del total.



Fuente: Elaboración propia en base a datos CONAF (2013)

Figura 2-6 Uso de suelo silvoagropecuarios

En la Figura 2-6 se entregan las coberturas por uso de suelo, detallando la superficie silvoagropecuaria de la zona de estudio.

Para el riego agrícola INE (2007) indica que en la zona de estudio existe una superficie de 79 hectáreas bajo riego (1,7% del total regional). El principal sistema de riego agrupados corresponde a riego mecánico mayor, el cual representa el 85% de la superficie bajo riego.

Respecto el desarrollo del riego se puede definir como bajo, lo cual tiene justificación principalmente en las condiciones climáticas de la zona, que limitan la vocación productiva histórica de la Isla. De acuerdo con CNR (2017) la casi nula presencia de obras de riego en la región de Los Lagos, corresponden a microproyectos de riego intrapredial, proyectos que suelen irrigar una pequeña superficie predial.

En lo que tiene relación con la actividad pecuaria, la Tabla 2-11 entrega detalle del comportamiento en la zona de estudio.

Tabla 2-11. Presencia actividad pecuaria en zona de estudio

Rangos de tamaño de la explotación (ha)	Bovinos	Ovinos	Caprinos	Aves de corral
Ancud	41.850	13.651	489	57.671
Castro	11.570	17.235	154	28.613
Chonchi	14.194	20.368	197	22.758
Curaco de Vélez	5.383	5.167	100	10.551
Dalcahue	8.833	15.502	188	19.188
Puqueldón	2.968	9.550	130	15.730
Queilén	3.375	7.905	6	8.069
Quellón	7.609	20.340	33	16.263
Quemchi	10.144	19.300	157	26.486
Quinchao	6.990	15.356	24	24.746
Total	112.916	144.374	1.478	230.075

Fuente: Elaboración propia a partir de INE (2007).

Al realizar la revisión para las comunas que forman parte de área, se determina que son las aves de corral las que tienen una mayor participación, seguida del ganado ovino.

2.1.3.5 Red Vial

La zona de estudio tiene como principal vía de acceso la Ruta 5 Sur, la cual conecta el continente con la cuenca a través del cruce en el Canal de Chacao. Esta ruta cruza la isla, proporcionando acceso hasta el núcleo urbano Quellón.

La Gobernación Provincial de Chiloé indica que la inversión en obras públicas en la provincia de Chiloé se intensificó en 2006 con el lanzamiento del Plan Chiloé. Éste, en

su cartera de proyectos, abordó distintos ámbitos de la conectividad vial, como la recuperación de su columna vertebral, que corresponde a la Ruta 5, la cual se encontraba en precarias condiciones desde Chacao hasta Quellón.

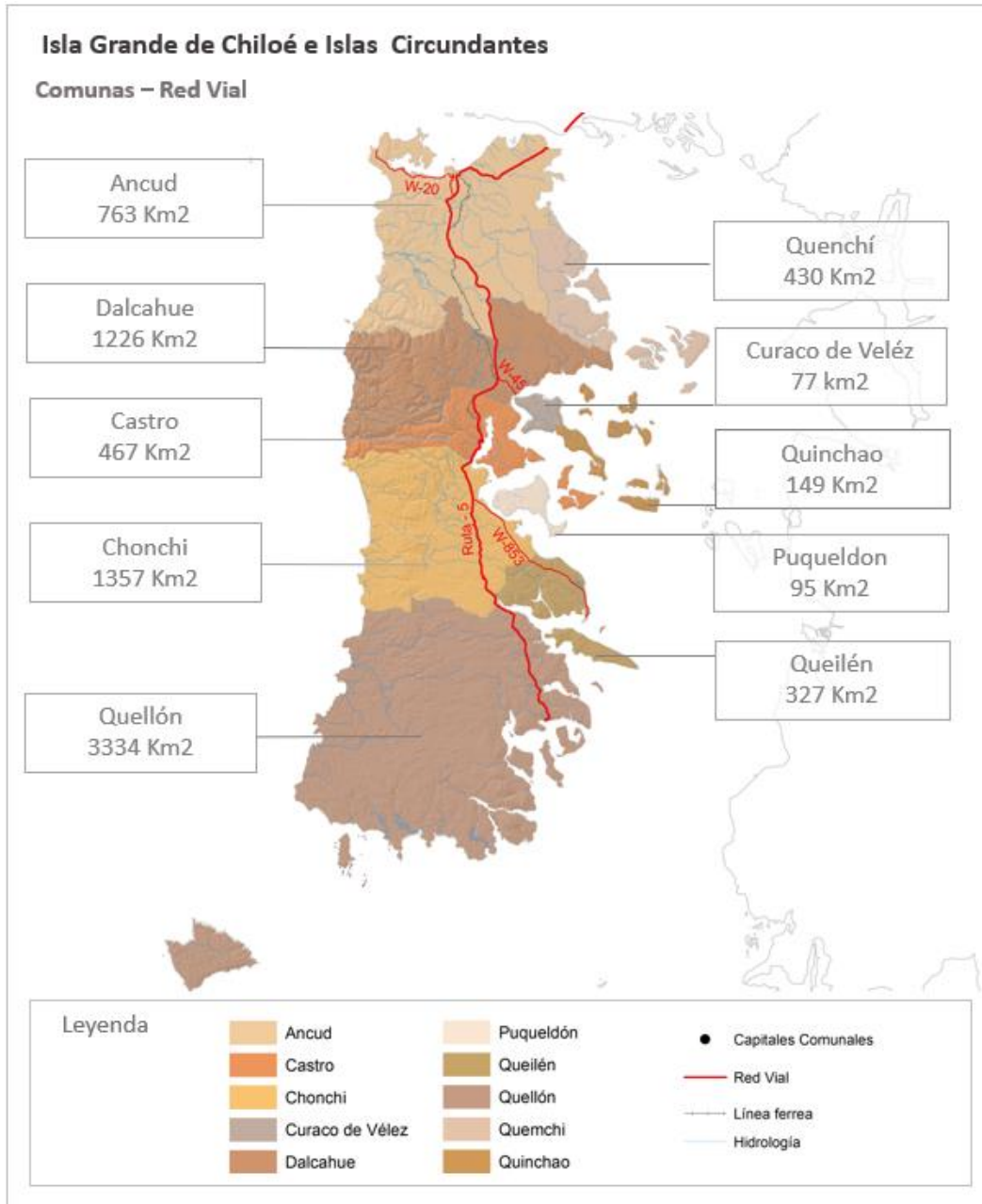
Los proyectos y programas que se han realizado en este ámbito corresponden a:

- Mejoramiento Ruta 5 entre Chacao y Quellón.
- Bypass Castro.
- Ruta Costera o de Las Iglesias.
- Ruta Chonchi – Queilén.
- Camino Quellón – Chaiguao.
- Instalación y conservación de rampas.
- Programa de caminos básicos (apertura).
- Programa de conservación de caminos.
- Programas de Desarrollo Indígena (PDI).
- Puente Canal Dalcahue.

En la Figura 2-7 se entrega detalle sobre comunas y la red vial antes indicada. El plan citado consideró la vocación turística del territorio y la necesidad de mejorar la conectividad para que turistas y lugareños pudiesen acceder a toda la isla, sumando para esto la mejora en la ruta costera, la cual inicia en el embarcadero de Chacao y llega a Dalcahue, y facilita acceso a las localidades de San Juan, Tenaún, Colo y la ciudad de Dalcahue, además del mejoramiento conjunto de caminos básicos.

Así, sumado a la Ruta 5, las principales rutas de la zona de estudio son:

- Ruta W-20, la cual comienza en Ancud y continua hacia la costa (Oeste).
- Ruta W-15, la cual comienza al centro de la isla y se dirige hacia el este, para unir la Ruta 5 con Quemchi.
- Por su parte la Ruta W-45, la cual se desprende de la Ruta 5 a la altura de la localidad de Mocopulli, y hacia el este una la Panamericana con Dalcahue y Curaco de Vélez (Rampa Dalcahue)
- Otra ruta de importancia, y que nace en la Ruta 5, es la Ruta W-853, la cual se dirige hacia el este para pasa por Chonchi y terminando en Queilén.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-7 Comunas y Red vial



2.2 Clima

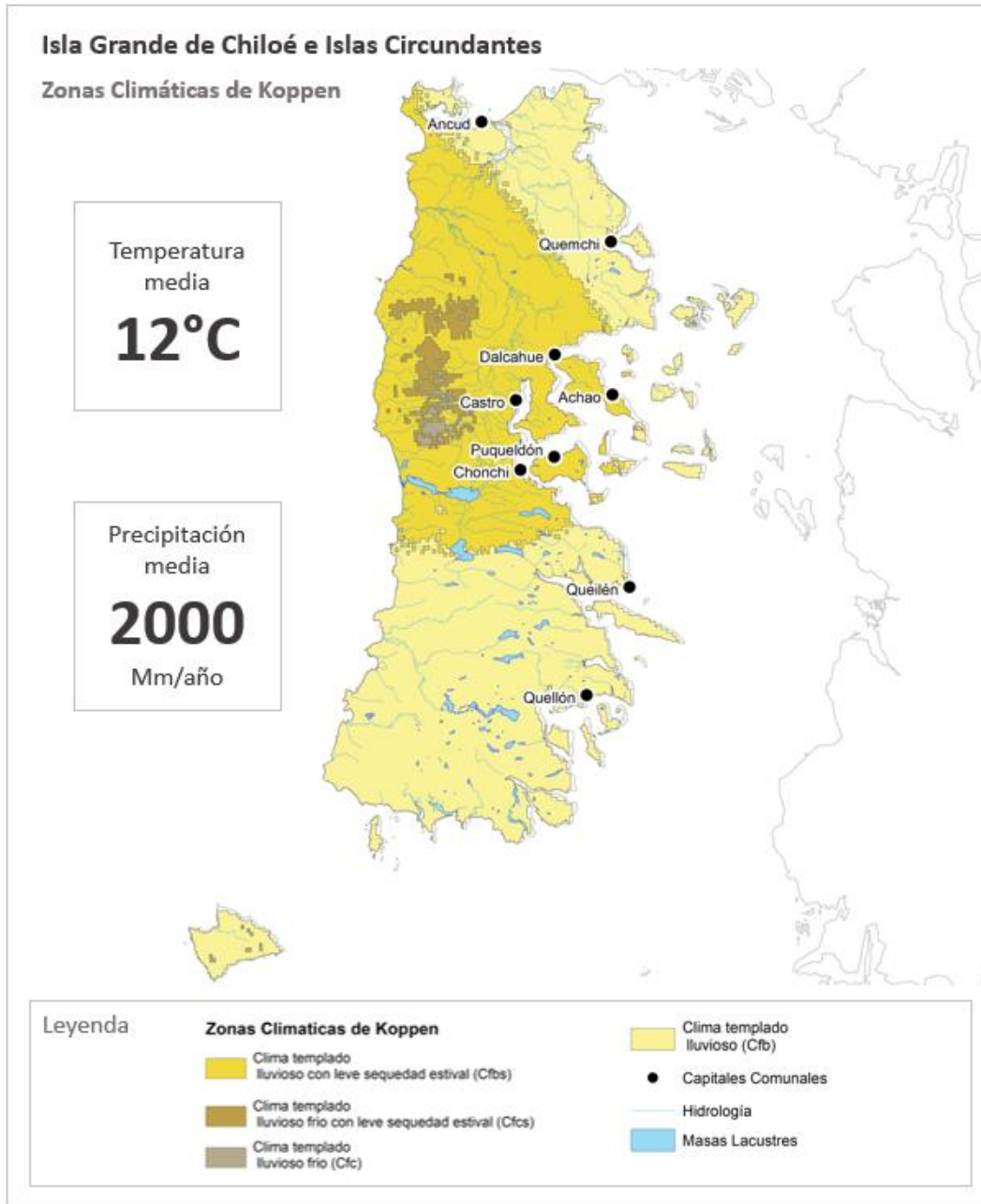
El clima determina, en forma amplia, las características y variaciones del ciclo hidrológico a nivel intra anual, interanual, y de largo plazo. Para una mejor comprensión del Plan Estratégico, se incluye una caracterización climática, una revisión de los eventos extremos y variabilidad climática, y un análisis de los escenarios de cambio climático para la cuenca.

2.2.1 Caracterización Climática

En un contexto general la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2021) indica que la Región de Los Lagos presenta un clima templado lluvioso, con un régimen de precipitaciones y ausencia de períodos secos distribuidas a lo largo de todo el año; sin embargo, al igual que en otras regiones presenta variaciones por efecto del relieve.

El territorio comprendido por la Isla de Chiloé presenta cuatro tipos de climas según la clasificación Köppen; Clima Templado Lluvioso con leve sequedad estival, Clima Templado Lluvioso frío con leve sequedad estival, Clima Templado Lluvioso y Clima Templado Lluvioso frío (Figura 2-8).

El régimen pluviométrico, posee características mediterráneas con máximos de lluvias en invierno, pero con ausencia de período seco estival. Las variaciones geográficas del clima de la isla de Chiloé se deben al efecto de barrera que presenta la cordillera de Piuchén, en relación con los frentes de mal tiempo que avanzan desde el océano. Esta cadena montañosa provoca una distribución muy heterogénea de las precipitaciones, recibiendo los territorios más altos aproximadamente 3.000mm anuales, en cambio en la depresión intermedia (Castro, Chonchi) la pluviometría es aproximada de unos 2.000mm anuales (Ilustre Municipalidad de Ancud, 2021) (Ilustración 2-3). Las lluvias de Chiloé, aún en el invierno, presentan una temperatura un tanto elevada, ya que provienen de las corrientes atmosféricas del N.W., las que arriban desde la región tropical con un nivel de vapores cálidos.



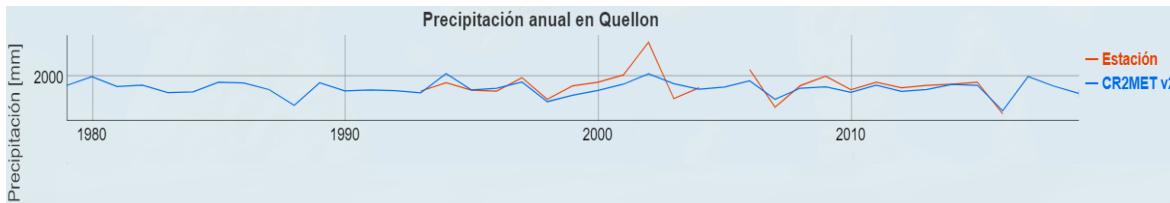
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-8 Clasificación climática de Köppen



Fuente: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2 (2021).

Ilustración 2-3 Precipitación Histórica (mm). Estación Castro1 DGA



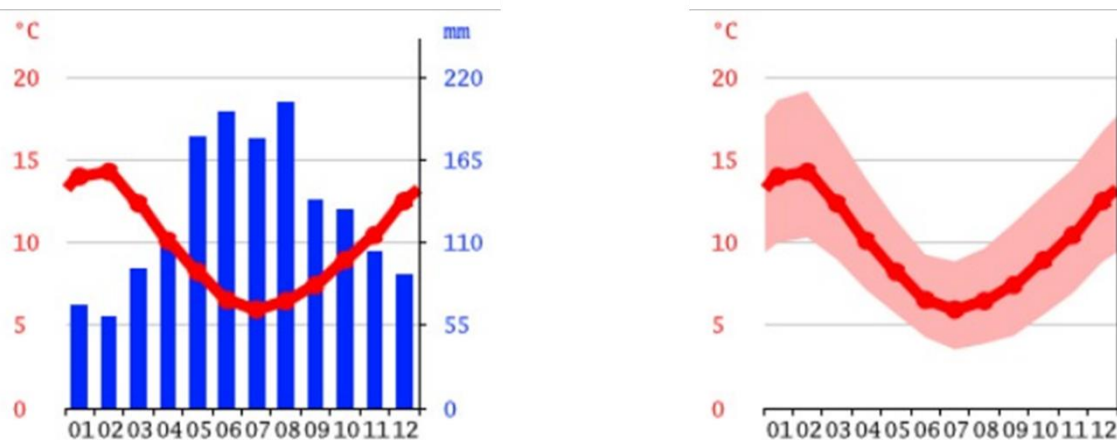
Fuente: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2 (2021).

Ilustración 2-4 Precipitación Histórica (mm). Estación Quellón DGA

En el contexto local, para la comuna de Quemchi existe un alto predominio de lluvias propias de un clima marítimo lluvioso, con registros que oscilan entre los 2000 mm anuales, con temperaturas que oscilan entre los 20° en promedio como máxima, y 4° como mínima. Por otra parte, en el sector sur de la isla la latitud determina un clima más frío al encontrarse cada vez más cercano al polo sur, como es el caso de Quellón registrando precipitaciones promedio de 1600 mm anuales, con veranos cortos, frescos y parcialmente nublados, como también inviernos largos, fríos, mojados, ventosos y mayormente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 6 °C a 18 °C y rara vez baja a menos de 3 °C o sube a más de 21 °C (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, SUBDERE, 2021). En el caso del sector sur de la isla, es importante destacar las fluctuaciones en las precipitaciones durante las últimas décadas, donde para el año 2016 se registra una importante caída, lo que marca una tendencia negativa que se extrapola a toda la superficie de la Isla de Chiloé (Ilustración 2-4). Este fenómeno se convierte en un factor ambiental negativo que intensifica la crisis hídrica dentro la isla de Chiloé.

En los últimos años las Estimaciones Espacialmente Distribuidas de Precipitación (EEDP) son una fuente de datos para estudios hidrológicos en áreas con escasez de mediciones tradicionales de precipitación, tal como sucede en sectores de la Cordillera de Los Andes e incluso en amplios sectores de la depresión intermedia del norte y sur de Chile (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2, 2021).

Las estimaciones antes referidas son consideradas en el análisis actual desde los modelos climáticos disponibles (IMERG, CR2MET, RFMEP, ERA5, CHIRPS, TMPA). Esta información se compara con los datos observados por las estaciones DGA y la Dirección Meteorológica de Chile, para finalmente definir el modelo climático en los procesos de investigación hidrológica generados por el Observatorio de Recursos Hídricos de la Universidad de la Frontera y del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2). Como se observa en las figuras antes presentadas, en el presente estudio se consideró el modelo RFMEP para precipitación para las estaciones meteorológicas de Castro1 y Quellón. Complementando lo anterior, en la Ilustración 2-5 se entrega gráfico con temperatura, climograma y temperatura del agua de Castro.



Fuente: Climate Data (2021)

Ilustración 2-5 Temperatura, climograma y temperatura del agua de Castro

2.2.2 Eventos Extremos y Variabilidad Climática

Este apartado se completa de acuerdo con los antecedentes proporcionados por la Dirección General de Aeronáutica Civil Dirección Meteorológica de Chile, Servicios Climáticos (2021), donde se entrega una serie de "Índices de Cambio Climático", los cuales son definidos como: "conjunto de indicadores estandarizados, basados en percentiles, umbrales y duración, los que permiten comparar los cambios que se producen a escala global. El Equipo de Expertos de Detección de Cambio Climático e Índices (ETCCDI por sus siglas en inglés), proponen analizar y monitorear este conjunto de índices en cada país, ya que tiene por ventaja el cruce con indicadores de vulnerabilidad, relacionados con potenciales impactos en diferentes sectores, como la agricultura, salud y bienestar humano, recursos hídricos, seguridad, infraestructura entre otros".

De lo indicado, los índices considerados apuntan a tendencias que señalan cambios en las condiciones climáticas de la zona de estudio.

- Al evaluar el índice de “Días con precipitación”, correspondiente al número de días en el año con precipitación sobre 1 milímetro (Estación El Tepual Puerto Montt), se obtiene como resultado una tendencia lineal por década negativa de -4,4 días/Década.
- También con tendencia negativa es el índice “Precipitación máxima en 5 días”, el cual corresponde al valor máximo de precipitación durante 5 días consecutivos. Este tiene un valor de tendencia lineal de -4,2 mm/Década.
- De acuerdo con datos proporcionados por la estación antes mencionada, para el índice que corresponde al número de días en el año con precipitación sobre 20 milímetros, con información desde el año 1961 al 2020, se identifica una tendencia lineal negativa (-1,8 días / Década).
- Sobre los días extremadamente lluviosos (Índice que corresponde a la suma anual de precipitación en días que superan el percentil 99), para el periodo base de 1961 a 1990, existe una tendencia lineal por década también negativa de -15,6 (mm/Década).
- La ola de calor, que corresponde al número de olas de calor por temporada, definida como 3 días consecutivos o más, con temperaturas máximas, sobre el percentil 90 de noviembre y marzo, tiene un resultado positivo al evaluar su tendencia. Los datos proporcionados por la Estación El Tepual (Puerto Montt) muestra que la tendencia lineal por década es de 0,4 casos/década.

Los índices antes descritos y las tendencias que reflejan, entre otros ámbitos, cobran importancia al momento de considerar eventos que se han dado en la última década respecto a eventos ambientales en los fiordos de la zona de estudio. Combinación de condiciones climáticas, y quizá injerencia de acciones humanas, han provocado floración algal de relevante magnitud e intensidad, con las respectivas consecuencias económicas y ambientales relevantes.

Se suma a lo mencionado la información entregada por el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (2020), de acuerdo con datos obtenidos del “Atlas de Riesgos Climáticos para Chile (ARClím)”, la cual indica que la zona de estudio presenta riesgos para la salmonicultura, producto de los cambios climáticos. Para la Región de Los Lagos se indica que la precipitación media anual descendería en un 9,9 % hacia el año 2065, lo cual tendría las siguientes consecuencias: Menor ingreso de agua dulce a los sistemas de fiordos y mar interior; Más días de sol y de mayor luminosidad, lo que ayudaría en el incremento de floraciones algales; Otras.

Soto D. (2021) precisa que situaciones como las mencionadas en el párrafo anterior tienen relación directa con las condiciones en la producción de salmones, que son conducentes a la eutroficación. La misma autora indica que en zonas con alta intensidad

de cultivo de salmónes, es fundamental implementar áreas marinas protegidas para poder evaluar permanentemente y separar los impactos generados por la variabilidad climática de los originados por actividades antropogénicas directas como la acuicultura. Agrega que actualmente no es posible separar efectos de cambio climático de efectos de la salmonicultura por que prácticamente no se tienen cuerpos de agua comparables sin centros de cultivo de salmón

2.2.3 Escenarios de Cambio Climático

Para la caracterización de las forzantes meteorológicas de precipitación y temperatura en el periodo de modelación proyectado, en el presente plan se toman en consideración los cuatro Modelos de Circulación General (conocidos como GCM en inglés) incluidos en el estudio Aplicación de la Metodología de Actualización del Balance Hídrico Nacional en las Cuencas de la Macrozona Sur y Parte Norte de la Macrozona Austral (DGA, 2019a y DGA, 2020a). Estos modelos consideran una trayectoria de concentración de gases de efecto invernadero equivalente a un forzamiento radiactivo de $8,5 \text{ W/m}^2$ en el año 2100 (escenario de cambio climático RCP 8.5). Dentro de los escenarios definidos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), el escenario RCP 8.5 corresponde al más pesimista en términos de reducción de emisión de gases de efecto invernadero hacia el año 2100. De esta forma, la proyección de cambio climático considerada para la modelación contempla una situación asociada con precipitaciones cuyas tendencias son a la baja y temperaturas con tendencias al alza, lo que permite representar una posible falta en el recurso hídrico para la cuenca.

De acuerdo con lo indicado en DGA (2019a), los criterios utilizados para la selección de los cuatro modelos GCM son:

- **Respuesta regional a modos globales de variabilidad climática.** Se buscó aquellos modelos que representaban adecuadamente fenómenos interanuales como la influencia de El Niño/Oscilación del Sur (ENSO) y el Modo Anular del hemisferio sur (SAM), debido a su influencia en la variabilidad de precipitación en Chile. Se descartaron aquellos con un pobre desempeño en representar estos modos naturales de la atmósfera.
- **Sensibilidad climática.** Condición del modelo que hace alusión a la respuesta global del sistema climático a una cierta forzante externa. Se seleccionaron distintos modelos, con el fin de representar sensibilidades bajas, medias y altas.
- **Cambios regionales.** Los cambios proyectados de temperatura y precipitación fueron evaluados para cada modelo. Se seleccionó un conjunto de modelos con impactos diversos.

En la Tabla 2-12 se presentan los GCM utilizados en DGA (2019a) para representar las proyecciones de cambio climático.

Tabla 2-12. GCM utilizados en DGA para representar las forzantes meteorológicas (precipitación y temperatura) en el periodo proyectado, considerando cambio climático

Modelo	Institución	Sensibilidad climática
CSIRO-MK3-6-0	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization in collaboration with Queensland Climate Change Centre of Excellence, Australia.	Baja Extrema
CCSM4	National Center for Atmospheric Research, USA	Baja Moderada
MIROC-ESM	Agency for Marine-Earth Science and Technology, Atmosphere and Ocean Research Institute (University of Tokyo), and National Institute for Environmental Studies, Japan.	Alta Moderada
IPSL-CM5A-LR	Institut Pierre-Simon Laplace, France.	Alta extrema

Fuente: DGA (2019a).

De la tabla anterior se precisa que se seleccionó el modelo MIROC-ESM.

2.3 Dimensión Ambiental

Se hace revisión de bibliografía disponibles para desarrollar la caracterización de la flora y fauna de la cuenca, sus principales sistemas ecológicos y las áreas bajo algún grado de protección. Lo anterior es para definir la incidencia de estas superficies en la cuenca, con lo que en las siguientes etapas se podrá analizar los servicios ecosistémicos que entregan y a cuanto corresponde la necesidad de agua que asegure su sostenibilidad.

2.3.1 Unidades Ecosistémicas

2.3.1.1 Ecosistemas Terrestres

Los ecosistemas terrestres presentes en Chiloé son de tipo bosque siempreverde, con presencia de turberas en la zona central y sur de la isla (Gajardo, 1994). Las turberas son una clase de humedal de origen post-glacial (10.000-15.000 años antes del presente), conformados por una serie de capas vegetales originadas por la acumulación de materia orgánica en distintos grados de degradación anaeróbica, encontrándose especies hidrófilas en la capa superior, siendo características los niveles

extremadamente bajos de nutrientes en el sustrato que forman depósitos ácidos de turbas (Díaz *et al.*, 2005). Las turberas que se originan producto de la tala de bosques nativos (acción humana) son llamados “pomponales” (Díaz *et al.*, 2005), donde las condiciones de anegamiento que presentan durante gran parte del año favorecen la colonización, establecimiento y posterior acumulación del musgo *Sphagnum* (Zegers *et al.*, 2006). La explotación masiva de este musgo genera un impacto negativo sobre el ciclo hidrológico, del carbono, así como efectos sobre la biodiversidad, el paisaje y la calidad de los suelos de la Isla de Chiloé (Zegers *et al.*, 2006).

En un ámbito más específico, y considerando que gran parte de la superficie de Chiloé se encuentra cubierto de bosques, se identifica una importante porción del área donde se aparecen llanos de suelos ñadis en desuso y tierras agrícolas cultivables, denominadas turberas. Estas, de acuerdo Gobernación Provincial de Chiloé (2015) son ecosistemas únicos originados por las glaciaciones, aunque también se reconocen turberas antropogénicas o pomponales, que, al ser superficies nuevas, originados a partir de la deforestación en suelos mal drenados no presentan una capa profunda de turba.

De acuerdo con Villagrán (2002) estas son áreas comunes dentro de la isla que se formaron a través de ciclos naturales, y producto de las intensas talas y rozas que se produjeron a inicios del siglo pasado. Esta última es una actividad asociada al uso de la tierra y que ha causado la rápida pérdida de los bosques maduros, incrementando la fragmentación y el aislamiento de remanentes de bosques.

Villagrán (2002) menciona que los suelos del tipo ñadi se encuentran altamente asociados a la presencia de turberas bajas, debido a que sobre estos terrenos mal drenados es donde colonizan los juncos, el musgo *Sphagnum spp.* y otras plantas acuáticas. Es en las zonas de los faldeos de la Cordillera de la Costa donde preferentemente se pueden encontrar dos tipos de turberas:

- En primer lugar, están aquellas que se forman en las planicies de altura (750 m s.n.m), donde el suelo es delgado y el drenaje deficiente, formando las tundras magallánicas o “campañas”.
- El segundo tipo está conformado por el “pompón” o musgo de las turberas, del cual se han descrito las especies *Sphagnum magellanicum*, *S. acutifolium*, *S. falcatulum* y *S. fimbriatum*, además de una diversidad de gramíneas, ciperáceas y juncáceas (Villagrán, 2002).

Sobre este tipo de formaciones, durante los últimos años han sido diversas las voces que mencionan la sobreexplotación de este recurso, y la necesidad de lograr un aprovechamiento sostenible, sobre todo considerando las funciones ecosistémicas que poseen. Según Leví (2019) estos ecosistemas constituyen verdaderas “esponjas” que almacenan agua y carbono, aun cuando estas turberas sean originadas tras la tala o quema de bosques, y pese a su relevancia no han sido lo suficientemente protegidas de

la sobreexplotación de musgos o de la presencia del ganado, mientras un estudio reafirma que su conservación es clave para que absorban más CO₂.

Se suma en destacar la importancia de estas formaciones lo mencionado por Quezada, P. J. (2019), quien indica que las turberas son importantes porque guardan mucho carbono, precisando que a nivel mundial almacenan un tercio del carbono que hay en los suelos, a pesar de que sólo cubren alrededor de un 2,8% de la superficie terrestre.

Ante la sobreexplotación de estas formaciones y su propia fragilidad, el trabajo en conjunto de la comunidad científica y el Estado ha dado frutos importantes. El año 2017 se promulgó el Decreto 25 del Ministerio de Agricultura, mediante el cual se establecen medidas para la protección del musgo *Sphagnum magellanicum*, conocido popularmente como pompón. Así, en la actualidad, para el aprovechamiento de este recurso se deben presentar planes de cosecha ante el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), el cual deberá ser aprobado en base a una serie de requisitos que permitan garantizar la sostenibilidad.

Lübert y Pliscoff (2017) clasifican los bosques de Chiloé en una mayor proporción (60% del territorio) como Bosque siempreverde templado interior, localizado en la zona norte de esta isla, extendiéndose por la vertiente este de la cordillera de la costa y las islas en dicha zona. En esta formación dominan las especies de Coihue de Chiloé (*Nothofagus nitida*) y Mañío macho (*Podocarpus nubigena*), la que se encuentra asociada a zonas frías de laderas altas y cumbres cordilleranas costeras y de los suelos de ñadis. Luego, en un 30% del total del territorio de las cuencas bajo estudio se distribuye el Bosque resinoso templado costero, localizado en la zona suroriente de la isla. En este bosque dominan las especies Ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uvifera*), el Tepú (*Tepualia stipularis*) y Canelo (*Drimys winteri*), el cual se mantiene en el tiempo debido a la regeneración continua del Ciprés de las Guaitecas, donde dicha regeneración tiene un óptimo en un rango intermedio de nivel freático respecto del Coihue de Chiloé y las especies de turberas. En una muy menor proporción se encuentran el Bosque resinoso templado costero de Alerce (*Fitzroya cupressoides*) y el Bosque laurifolio templado costero de Tineo (*Weinmannia trichosperma*) y Tapa (*Laureliopsis philippiana*), el primero cubre el 6% del área de las cuencas bajo estudio y el segundo un 4%. El primero se encuentra altamente amenazado por la explotación histórica del Alerce, mientras que el segundo corresponde a un bosque maduro, donde se ha postulado que la ausencia de *Nothofagus* da indicio de la ausencia de perturbaciones a gran escala. Ambas formaciones se encuentran en el sector central de la Isla de Chiloé, en la vertiente oeste de la Cordillera de la Costa. Parte de estas formaciones se encuentran contenidas en el Parque Nacional Chiloé y en el Santuario de la Naturaleza "Alerzales existentes en el Fundo Potrero de Anay".

Los bosques australes presentes en la Isla de Chiloé se destacan por su gran cantidad de especies endémicas. Se estima que más del 45% de las especies de plantas en general, lianas, musgos y plantas hemiparásitas son endémicas de Chile (Iriarte, 2008).

En el área de estudio en la Isla de Chiloé el bosque nativo ocupa el 68,4% del territorio (CONAF, 2013). En el 14,3% se encuentran praderas de origen antrópicas, localizadas en las vertientes este de la Cordillera de la Costa principalmente en el sector norte y centro de la Isla de Chiloé, mientras que el 11,3% corresponden a zonas de matorrales (fases más degradadas de los bosques originales). Las turberas ocupan un 1,9% del territorio y sistemas acuáticos (como cajas de ríos y lagos) un 2,5%.

En cuanto a la fauna característica de los ecosistemas terrestres, la batracofauna incluye géneros como *Rhinoderma*, *Eupsophus*, *Hylorina* y *Batrachyla*, mientras que los reptiles están representados por especies como *Liolaemus cyanogaster*, *Liolaemus pictus* y *Tachymenis chilensis* (Donoso-Barros 1966). En cuanto a las aves, estas están representadas por especies como *Campephilus magellanicus*, *Enicognathus leptorhynchus*, *E. ferrugineus*, *Scelorchilus rubecula*, *Pterotochos tarmii*, *Eugralla paradoxa*, *Pygarrhichas albogularis* y *Sylviorthorhynchus desmursii*, todas especies restringidas a formaciones boscosas (Martínez & González 2004). Respecto a los Meso y macro mamíferos de Chiloé, la fauna nativa incluye cuatro especies de carnívoros: *Lycalopex fulvipes*, *Galictis cuja*, *Lontra felina* y *Lontra provocax*, dos especies de marsupiales: *Dromiciops gliroides* y *Rhyncholestes raphanurus*. Además, se registran tres especies de quirópteros. El único ungulado nativo es *Pudu pudu* (Iriarte 2008; Eólica Tablaruca S.A., 2017).

2.3.1.2 Ecosistemas Acuáticos Continentales

En la Isla de Chiloé existe una variedad relevante de ecosistemas acuáticos continentales o humedales. Los humedales continentales corresponden a ecosistemas ribereños donde se generan áreas de inundación donde se desarrollan bosques anegados, hualves y manglares; lacustres, que corresponden a zonas con baja circulación como lagunas y lagos, y palustres, que contienen permanentemente agua, como son las turberas, pantanos, lodazales y vegas. También se pueden encontrar humedales costeros, de elevada relevancia para la diversidad y conservación local, los cuales se describen en el punto 2.3.1.3 Ecosistemas Marinos del presente informe.

En Chiloé se han identificado 1.315 humedales (tanto continentales como costeros), que cubren una superficie de 35.479 hectáreas. En la Plataforma Inventario de Humedales de Chiloé², es posible identificarlos territorialmente. 40 de estos humedales (436 hectáreas) corresponden a zonas costeras prioritarias, ecosistemas que cumplen un rol especialmente relevante como lugar de descanso, alimentación y reproducción de diversas colonias de aves playeras migratorias. Las turberas en tanto cubren una superficie de 18.699 hectáreas, constituyendo los principales reservorios de agua dulce del archipiélago. Por su parte, los humedales lacustres y ribereños ascienden a 354,

² Revisado en <http://humedalesChiloé.cl/humedales-de-Chiloé/>



cubriendo 16.343 hectáreas. Cabe mencionar que la Plataforma Inventario de Humedales de Chiloé corresponde a un Bien Público Estratégico Regional para la Competitividad, financiado por CORFO y ejecutado por la Universidad Austral de Chile, sede Puerto Montt. Los asociados mandantes son: El Ministerio de Medio Ambiente, la Gobernación Provincial de Chiloé, y las Municipalidades de Castro, Dalcahue y Quellón. El proyecto es impulsado además por la Mesa de Humedales de Chiloé. Esta última se conformó el año 2004 y corresponde a una instancia de organización y coordinación de entidades públicas, personas y comunidades naturales y jurídicas, para generar acciones tendientes al manejo sustentable de los humedales, resguardando su carácter de ecosistema natural.

Los humedales de la Isla de Chiloé son reservas y filtradores de agua dulce, que alimentan acuíferos, actuando como “esponjas” que conservan el recurso hídrico. Además, poseen funciones como controladores de inundaciones, configuran hábitats de diversidad de fauna (especialmente relevante para aves migratorias), presentan gran porcentaje de especies endémicas y en peligro de anfibios y especies vegetales emblemáticas. Estas propiedades y funciones se han visto amenazadas por diversidad intervenciones antrópicas. Los humedales continentales actualmente se ven amenazados por el desarrollo inmobiliario, y las turberas presentan una presión antrópica producto de la actividad extractiva del pompón (*Sphagnum*)³.

A la fecha existen 4 humedales urbanos declarados: Circuito humedales de Pudeto Bajo (Ancud); humedales Gamboa y Ten Ten (Castro); y el humedal del Estero Quellón (Quellón).

2.3.1.3 Ecosistemas Marinos

Los ecosistemas marinos del archipiélago de Chiloé se diferencian en dos zonas: La costa este de Chiloé – Chiloé Taitao y la costa expuesta oeste Chiloé - Taitao (MMA, 2016). Estas zonas forman parte de la ecorregión marina denominada Chilense, zona de gran diversidad de organismos, principalmente invertebrados marinos, peces, aves y mamíferos, así como también una zona de gran importancia económica en especial para la pesca industrial y actualmente, es el sector más importante de Chile para la salmonicultura (Hucke-Gaete *et al.*, 2006).

Los humedales costeros en la Isla de Chiloé presentan una fuerte influencia del medio marino, encontrándose cubiertos por agua salobre de manera temporal o permanente. Dentro de los humedales costeros de mayor trascendencia ecológico resaltan las marismas y planicies intermareales las cuales, dada la gran amplitud de mareas de 6 m aproximadamente, donde predominan las planicies fango arenosas. Estos ambientes están influenciados por el ingreso de cursos de agua dulce (aporte de nutrientes y

³ Genero del musgo correspondiente al “pompón”.

sedimentos), donde las planicies intermareales actúan como filtros de contaminantes, por los movimientos intermareales permanentes. Estas zonas albergan elevada biodiversidad de plantas y animales, además de presentar una elevada productividad biológica.

Estos humedales costeros actualmente se ven amenazados por el desarrollo urbano y contaminación acuática debido principalmente a desagües de aguas servidas y actividad industrial acuícola de la salmonicultura y la miticultura⁴. En el archipiélago de Chiloé, el 59,4% de las actividades productivas calificadas favorablemente en el SEIA (241 proyectos de 406) corresponden a proyectos de explotación intensiva, cultivo y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos, mientras que el 32,3% (131 proyectos de 406) corresponden a sistemas de saneamiento ambiental relativos a la industria de los salmones.

2.3.1.4 Servicios Ecosistémicos

En diferente grado, el recurso hídrico sostiene la estructura y funcionalidad de los ecosistemas terrestres, acuáticos y marinos en las cuencas bajo estudio, encontrándose dichos sistemas interrelacionados, variando espacio-temporalmente. En la Tabla 2-13 se presenta el conjunto de servicios ecosistémicos identificados relacionados con el recurso hídrico, los que se analizan a continuación.

Primeramente, y desde un punto de vista de los servicios ecosistémicos, la mantención del ciclo hidrológico, cuyo ingreso de agua fresca proviene superficial y principalmente de las precipitaciones, genera una fuente o provisiona agua de buena calidad para consumo humano y actividades productivas de tipo antrópicas. Estos ingresos a los ecosistemas infiltran a través del suelo y sistemas superficiales de humedales, lo cual genera una recarga a acuíferos, los que pueden actuar como reserva frente a eventos de sequía (servicio ecosistémico ID 1). Además, el agua marina podría ser utilizada para algunos procesos productivos y, cuando es tratada, puede ser utilizada como agua de uso doméstico o industrial.

Luego, los cuerpos de agua brindan servicios en cuanto a su capacidad de dilución de contaminantes. En las cuencas bajo estudio los cuerpos de agua superficiales continentales son relativamente de mayor magnitud, por lo cual su capacidad de diluir contaminantes podría ser utilizada siempre y cuando se realicen las evaluaciones pertinentes. Además, el medio marino podría ser considerado como un cuerpo de agua lo bastante grande para brindar este servicio ecosistémico de naturaleza abiótica (servicio ecosistémico ID 2).

⁴ Cultivo de choritos

Se ha descrito que los humedales costeros brindan diversos servicios ecosistémicos, destacándose en el área bajo estudio la protección que generan frente a tsunamis (servicio ecosistémico ID 3) y su cualidad de agente purificador de contaminación, tanto aquellos de variada diversidad en la zona continental, como los que se encuentran en la línea de costa y aquellos asociados a zonas urbanas (servicio ecosistémico ID 12). Además, tanto estos humedales tipo costeros, como los urbanos, lénticos y los de escurrimiento superficial pueden ser considerados como reguladores de la temperatura ambiente (servicio ecosistémico ID 4), moderando condiciones locales.

Se ha descrito que los ecosistemas de turberas y pomponales aportan en la regulación y mantención del ciclo hidrológico, filtrando las aguas lluvias y generando recargas hacia acuíferos (servicio ecosistémico ID 5), que sirven como reservas ante eventos de sequía. Estos ecosistemas particulares regulan eventos extremos mediante la absorción y liberación paulatina de agua al medio y sirven al almacenamiento de carbono (servicio ecosistémico ID 6). Adicionalmente, las turberas han sido reconocidas como reservorio de archivos científicos para descripciones paleoambientales y paleontológicas (servicio ecosistémico ID 14).

Por otro lado, la mantención de los flujos ecosistémicos en base al recurso hídrico como variable de estado, contribuye a la generación de biomasa y recursos genéticos que son aprovechados por las comunidades humanas. En consideración de la naturaleza de las cuencas, se reconoce una diversidad relevante de especies marinas que son utilizadas como fuente alimenticia (servicio ecosistémico ID 7), mientras que en ecosistemas terrestres la biomasa de la cubierta puede ser utilizada como leña para combustible (servicio ecosistémico ID 8). También se obtiene biomasa para actividades productivas asociadas a los salmonídeos (pesqueras) y otras especies marinas, los que son criados in situ con fines nutricionales (servicio ecosistémico ID 9). Además, a nivel transversal se reconoce una elevada riqueza de especies (desde líquenes y hongos a especies superiores y endémicas), cuyo acervo genético podría ser utilizado para generación de nuevos usos para el ser humano (servicio ecosistémico ID 10), por ejemplo, medicinal o nutricional.

La cubierta vegetal también genera una protección respecto de procesos erosivos producto de precipitaciones u otros factores, evitando la pérdida de suelo y la remoción de grandes masas de tierra que puedan significar pérdidas materiales para el ser humano (servicio ecosistémico ID 11).

Finalmente, en el área de estudio se reconoce el valor paisajístico, recreacional y cultural de los cauces, lagunas, lagos, humedales costeros y su interrelación con la zona de costa marina. Estos sistemas son de gran atractivo turístico, con aún un gran potencial en cuanto al desarrollo de caminatas, actividades deportivas al aire libre, ecoturismo, etc. (servicio ecosistémico ID 13).

Tabla 2-13. Servicios Ecosistémicos Asociados a Ecosistemas Naturales

ID	Sección	División	Grupo	Clase	Servicio ecosistémico
1	Aprovisio_ namiento	Agua	Agua superficial y subterránea para nutrición	Agua superficial y subterránea para bebida	Disponibilidad de agua de buena calidad para consumo humano. Recarga a acuíferos – reservas frente a eventos de sequía
1	Aprovisio_ namiento	Agua	Agua superficial y subterránea como insumo	Agua superficial y subterránea para actividades productivas	Disponibilidad de agua de buena calidad para actividades productivas
1	Aprovisio_ namiento	Agua	Otros ingresos de agua – agua desalada	Agua desalada para bebida u otro uso	Recolección y tratamiento de agua de mar para consumo humano u otro uso
2	Regulación y mantención (abiótico)	Transformación de insumos bioquímicos o físicos a los ecosistemas	Mediación de desechos, tóxicos y otras molestias por procesos no vivos	Dilución mediada por ecosistemas acuáticos terrestres y marinos	Uso de la capacidad de dilución de contaminantes en zona marina y ecosistemas acuáticos terrestres
3	Regulación y mantención (abiótico)	Regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas	Regulación de flujos de base y eventos extremos	Flujos de masas de agua	Humedales costeros como barreras protectoras contra tsunamis

ID	Sección	División	Grupo	Clase	Servicio ecosistémico
4	Regulación y mantenimiento (abiótico)	Regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas	Mantenimiento de las condiciones físicas, químicas y abióticas	Mantenimiento y regulación mediante procesos químicos y físicos naturales inorgánicos	Humedales como reguladores de la temperatura
5	Regulación y mantenimiento (abiótico)	Regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas	Mantenimiento de las condiciones físicas, químicas y abióticas	Mantenimiento y regulación mediante procesos químicos y físicos naturales inorgánicos	Turberas como reservas frente a eventos de sequía (recarga acuíferos)
6	Regulación y mantenimiento (abiótico)	Regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas	Mantenimiento de las condiciones físicas, químicas y abióticas	Mantenimiento y regulación mediante procesos químicos y físicos naturales inorgánicos	Turberas para almacenamiento de carbono y regulación del ciclo hidrológico (absorción y liberación paulatina de agua al medio)
7	Aprovisionamiento	Biomasa	Animales y plantas silvestres para nutrición, materiales o energía	Animales y plantas silvestres para uso nutricional	Aprovisionamiento de alimentos (especies marinas)
8	Aprovisionamiento	Biomasa	Plantas silvestres para nutrición, materiales o energía	Plantas silvestres como fuente de energía	Aprovisionamiento de leña como combustible

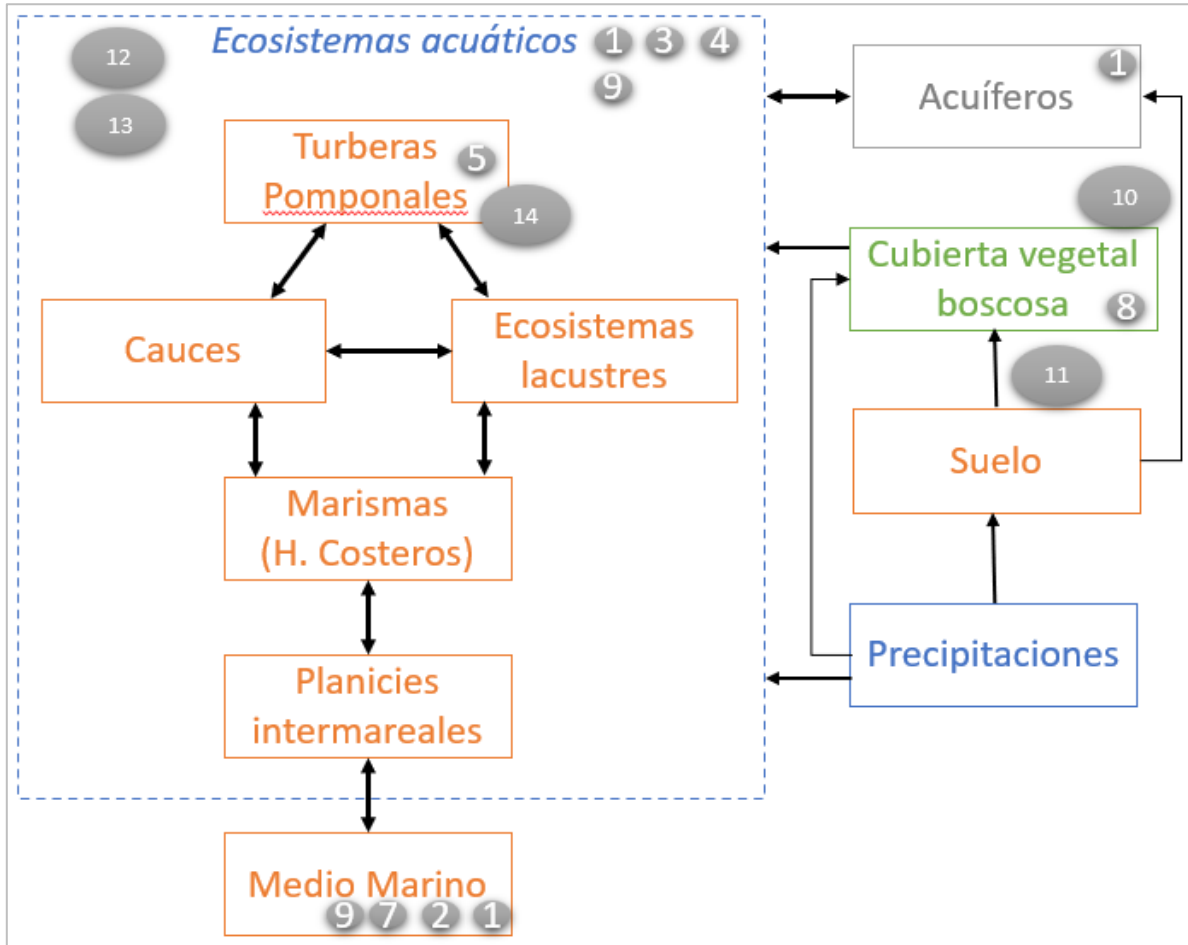


ID	Sección	División	Grupo	Clase	Servicio ecosistémico
9	Aprovisionamiento	Biomasa	Animales acuáticos criados para nutrición, materiales o energía.	Animales criados por acuicultura <i>in situ</i> con fines nutricionales.	Producción de salmonídeos y otras especies marinas
10	Aprovisionamiento	Material genético de toda la biota	Material genético de animales, plantas, algas y hongos	Organismos que se utilizan para generar nuevas cepas	Nuevos usos a partir de endemismo local (genes únicos)
11	Regulación y mantención (biótico)	Regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas	Regulación de flujos de base y eventos extremos	Estabilización y control de las tasas de erosión	Protección contra la erosión, control de deslizamientos de tierra debido a la estabilización de los ecosistemas por cubierta vegetal
12	Regulación y mantención (biótico)	Regulación de condiciones físicas, químicas y biológicas	Calidad del agua	Regulación de la condición química de las aguas dulces por procesos vivos/ecológicos	Riberas, humedales urbanos y costeros como agentes purificadores

ID	Sección	División	Grupo	Clase	Servicio ecosistémico
13	Cultural (biótico)	Interacciones directas, in situ y al aire libre con sistemas vivos que dependen de la presencia en el entorno ambiental	Interacciones físicas y vivenciales con el entorno natural	Características de los sistemas vivos que posibilitan actividades que promuevan la salud, la recuperación o el disfrute a través de interacciones activas o inmersivas.	Cualidades de los humedales costeros y zona marina atractivos para excursionistas y turismo. Promoción de actividades de buceo, nado, actividades deportivas, ecoturismo, <i>birdwatching</i> , etc.
14	Cultural (biótico)	Interacciones directas, in situ y al aire libre con sistemas vivos que dependen de la presencia en el entorno ambiental	Interacciones físicas y vivenciales con el entorno natural – conocimiento científico	Características de los sistemas vivos que permiten la investigación científica o la creación de conocimientos ecológicos tradicionales	Turberas como archivos paleoambientales y paleontológicos

Fuente: Elaboración propia en base a clasificaciones y criterios de CICES (2018).

En la Ilustración 2-6 se encuentra un esquema de los servicios ecosistémicos detectados a través del presente estudio, relacionados con el flujo de agua a través de los ecosistemas terrestres, acuáticos y marinos. Los números de los servicios corresponden a los identificados en la Tabla 2-13.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 2-6 Esquema de Servicios Ecosistémicos Asociados a Ecosistemas Naturales



2.3.1.5 Amenazas

Explotación musgo pompón

Como se mencionó anteriormente, en diferente grado el recurso hídrico sostiene la estructura y funcionalidad de los ecosistemas terrestres, acuáticos y marinos, cuya dinámica varía y posee cierto nivel de resiliencia.

No obstante, frente a un gran número de perturbaciones, que se repitan reiteradamente, la capacidad de resiliencia ecosistémica “se agota”, perdiendo entonces las propiedades ecosistémicas de las relaciones, y por tanto, afectando los servicios ecosistémicos que brindaban sin perturbaciones.

En base a la revisión bibliográfica realizada se han detectado una serie de actividades antrópicas que pueden afectar la capacidad de resiliencia de los ecosistemas, las que se muestran esquemáticamente en la Ilustración 2-7.

La deforestación del bosque nativo afecta directamente la cobertura y estructura de la vegetación nativa. Las propiedades del suelo se pierden al verse expuestos (sin cubierta vegetal), generándose procesos erosivos a baja y alta magnitud, cuya afectación dependerá de las condiciones orográficas locales. Este proceso se intensifica con eventos de incendios forestales, cada vez más frecuente debido a la escasez hídrica en la zona, que afectan formaciones nativas, modificando negativamente las propiedades naturales de los suelos y los flujos de agua. Lo anterior también provoca mayor arrastre de sedimentos y contaminantes hacia los cauces, que en la zona son de baja magnitud, afectando también a los humedales costeros, su diversidad y las interacciones entre esto y los ecosistemas marinos y acuáticos terrestres.

Por otro lado, la extracción sin regulación del musgo desde turberas y pomponales genera efectos irreversibles sobre los servicios que estos ecosistemas brindan, disminuyendo su capacidad de regulación del ciclo hidrológico, captura de carbono y afectando propiedades del paisaje y registros paleoambientales y paleoecológicos.

Las extracciones de agua fresca para diferentes actividades humanas desde cuerpos de agua superficiales generan una fuerte presión sobre los ecosistemas y sus servicios. La obtención y uso consuntivo no sustentables para agua potable, industrias u otro desde cauces superficiales, humedales costeros y/o acuíferos deprimen dichos cuerpos de agua, afectando diversos servicios ecosistémicos, como su capacidad de ser agente purificador, de amortiguar períodos de escasez y sostener biodiversidad. Al disminuir el volumen de los ecosistemas costeros, la pluma salina del mar tiende a ingresar (intrusión salina), modificando las propiedades de estos ecosistemas naturales, desde su físico-química hasta la composición de especies nativas.

Las descargas de aguas contaminadas con nutrientes o alta carga orgánica, por ejemplo, producen un cambio en las propiedades físico-químicas del agua, que bajo cierto nivel



de descargas, no son capaces de purificar. Cuando el cuerpo de agua receptor no posee suficiente capacidad de dilución se afectan las propiedades físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua.

En cuanto al uso del agua y descargas de aguas contaminadas de proceso, en Chiloé se destaca el desarrollo de la salmicultura, la cual, sin un manejo adecuado, afecta los ecosistemas acuáticos con los que interactúa.

Se ha descrito que en la cuenca de estudio los sistemas acuáticos continentales y aquellos que interactúan con el medio marino se han visto presionados por el uso del territorio para urbanizaciones y/o zonas residenciales (loteos o parcelas) con distinto nivel de regularización. Además de la utilización del territorio, las urbanizaciones requieren de agua potable y generan descargas, y son fuentes generadoras de emisiones de ruido y luz, inclusión de fauna depredadora, perturbación local de hábitats, entre otras, lo que va deteriorando las propiedades de los ecosistemas acuáticos.

Finalmente, cabe mencionar los efectos del cambio climático en cuanto a la disminución de las precipitaciones y aumentos de temperatura, lo que generará menor ingreso de agua fresca a los ecosistemas acuáticos continentales. Como el único ingreso de agua fresca a la dinámica de estos ecosistemas son las precipitaciones, se espera que la afectación sea global, acelerando los procesos de detrimento de las propiedades de los ecosistemas, y por tanto, generando una pérdida de los servicios ecosistémicos descritos en el presente estudio.

Extracción de leña

De acuerdo con los datos expuestos en la cuenca ha variado negativamente la superficie de bosque nativo entre los años 2001 y 2019, porcentajes que si son traducidos a medidas de superficies corresponde a 13,5 mil hectáreas en total, con una tasa anual de pérdida de cobertura de 750 hectáreas.

Aunque clarificador el valor antes indicado, se precisa que los análisis presentados no reflejan las superficies de bosques degradados, lo cual podría aumentar la pérdida de superficie vegetal nativa de relevancia para los servicios ecosistémicos.

Sin existir datos precisos para cuantificar el fenómeno, y su real afectación respecto a las superficies vegetacionales, podría resultar en que las parcelaciones o loteos (terrenos agrícolas que se acogen al DL. 3516 de 1980⁵) correspondan a una forma de gestión territorial que aumente las tasas de pérdida de bosque nativo en la zona de estudio. Un diagnóstico de la ONG "Centro de Estudio y Conservación del Patrimonio Natural (CECPAN, s.f.)" indica que producto de los loteos o parcelaciones está generando en el Archipiélago una importante pérdida de bosque nativo, por despeje de suelo y con ello la destrucción de ecosistemas de valor, así como también la afectación de especies de

⁵ Decreto Ley 3.516 de 1980. Establece Normas Sobre División de Predios Rústicos

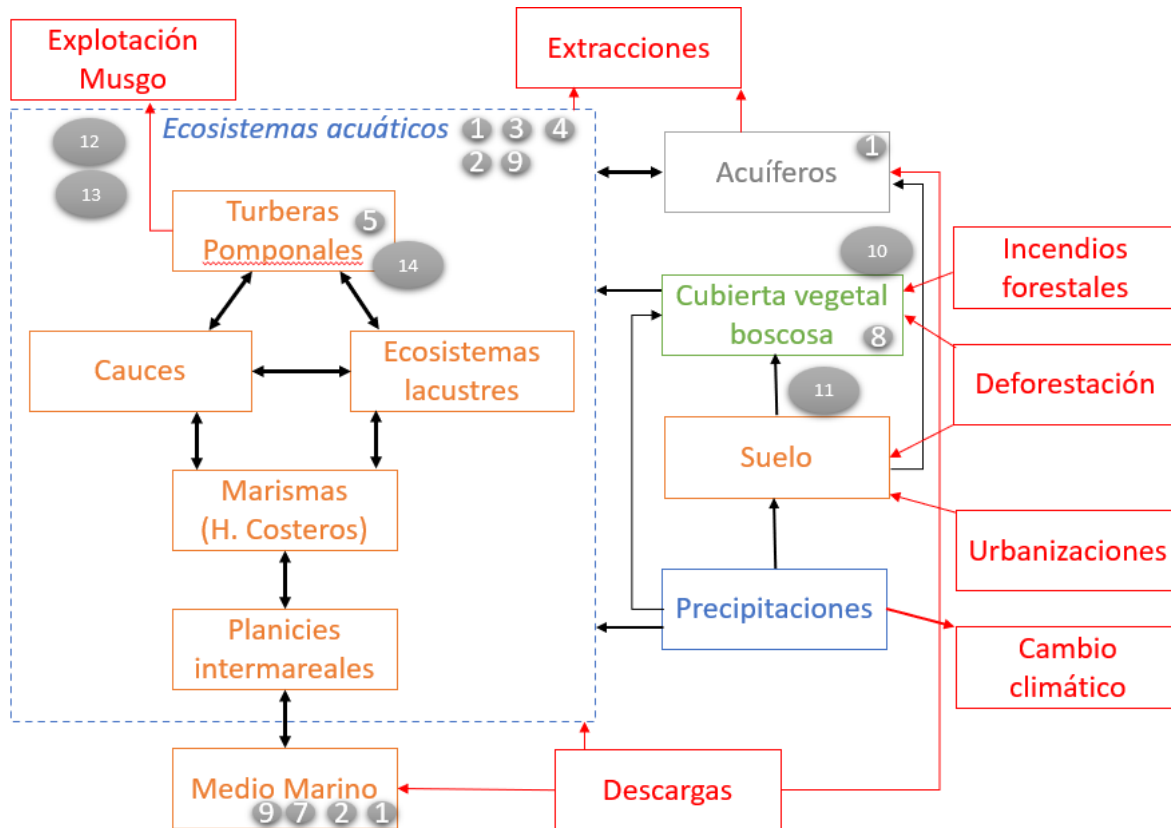


especial valor o vulnerabilidad. La misma fuente indica que las subdivisiones de terrenos agrícolas corresponden a un factor importante en la escasez hídrica de la Isla, ya sea debido a que se tala el bosque, así como porque se rellenas zonas de recarga o retención de agua dulce y finalmente por el aumento de la demanda del recurso que generan nuevos polos habitacionales en áreas no aptas.

De acuerdo con datos presentados por Portal Terreno, en el listado de comunas con mayor oferta de venta de terrenos Ancud ocupa el octavo lugar, en un ranking que es encabezado por Colina, Puerto Varas y Puerto Montt (Portal Terreno, 2021). La misma fuente indicó que para el año 2021 existían al menos 9 mil proyectos de subdivisión y propiedades en todo el país. Se agrega el data respecto a la demanda, donde la Región de Los Lagos se ubica en el segundo lugar, tras Valparaíso que lidera el listado.

Se agrega lo expuesto por Núñez, T. y Yajure, J.A. (2022), los cuales indican que loteos y/o parcelaciones se han visto incrementados por la pandemia y las cuarentenas prolongadas, donde muchos habitantes habituales de las grandes urbes nacionales deciden emigrar a los espacios rurales. Este proceso está teniendo efectos negativos sobre la biodiversidad y el paisaje en diferentes regiones del país. Indican además como a la pérdida de biodiversidad y fragmentación de ecosistemas, se debe sumar el aumento de la demanda de agua rural, inexistencia de planificación territorial, sobrecarga de la vialidad existentes con el consiguiente aumento en la producción de CO₂. A esto se suman los resultados del estudio de Petracca, et al (2021), los cuales indican que las subdivisiones de tierra están siendo más relevantes que la pérdida o fragmentación de bosque en la disminución de meso carnívoros nativos, lo cual podría estar condicionado por la relación directa entre loteos y la aparición de mascotas (perros y gatos domésticos principalmente).

De lo expuesto se indica que la utilización de áreas periurbanas para generar núcleos urbanos en terrenos de usos agrícolas o forestal podría resultar en altos riesgos ambientales potencialmente irreversibles como la pérdida de valiosa tierra agrícola, el aumento de costos en infraestructura permanente, mayor consumo de energía, cambio en el uso del suelo, entre otros.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 2-7 Perturbaciones sobre Ecosistemas y sus amenazas sobre los Servicios Ecosistémicos en la Cuenca de Estudio

Indicador ODS 6.6.1. Cambio en la extensión de los ecosistemas relacionados con el agua con el paso del tiempo

El presente indicador rastrea los cambios a lo largo del tiempo en los ecosistemas relacionados con el agua. Las observaciones de la Tierra se utilizan para determinar los cambios en los cuerpos de agua superficiales, como lagos, grandes ríos, humedales inundados y embalses. Los avances recientes en el análisis de imágenes satelitales también han permitido conjuntos de datos globales sobre la calidad del agua del lago, los manglares costeros y las áreas de humedales interiores. El PNUMA es el custodio del indicador 6.6.1.

En Chile, la DGA (2021) ha basado sus reportes en la Metodología paso a paso⁶ mediante la utilización de imágenes satelitales y análisis de cambios de los cuerpos de agua en <https://map.sdg661.app/#>⁷. Esta plataforma se encuentra públicamente disponible para brindar datos precisos a los países, de alta resolución y series temporales sobre agua dulce a nivel mundial.

El cambio total en la extensión del agua superficial se calcula comparando los datos de los cinco años más recientes con un período de referencia de 5 años (2000 – 2004).

A nivel de cantidad de agua superficial se tienen estadísticas a 2 niveles, dinámicas de las aguas permanentes y las estacionales:

1. **Dinámicas de aguas permanentes:** se define como aquellas masas de agua presentes los 12 meses del año.
2. **Dinámica de aguas estacionales:** se define como aquellas masas de agua que está presente menos de 12 meses al año.

Los análisis obtenidos para el presente ODS se encuentran en la Tabla 2-14. Se observa que las cuencas que presentan mayor superficie de humedales han disminuido más en sus masas de agua, principalmente aguas permanentes y secundariamente aguas estacionales.

Tabla 2-14. Cambios en la extensión de los ecosistemas acuáticos en cuencas Chiloé

Subcuenca DGA	Código 6.6.1	Sup. Total Humedales (km ²)	Aguas permanentes		Aguas estacionales	
			km ²	%	km ²	%
Costeras Vertiente Sur entre Punta Yatac y Cabo Quilán	6619001	37,88	-11,93	-0,3	0,37	24,8
Costeras Vertiente Oeste entre río Medina y Cabo Quilán	6619002	8,02	0,17	0,76	0,13	9,99
Costeras Vertiente Oeste entre río Medina y Cabo Quilán	6619003	14,96	0,02	1,89	-0,1	-11,9
	6619004	0,44	0,2	0,39	0,06	5,18

⁶ <http://www.sdg6monitoring.org/news/indicators/661>

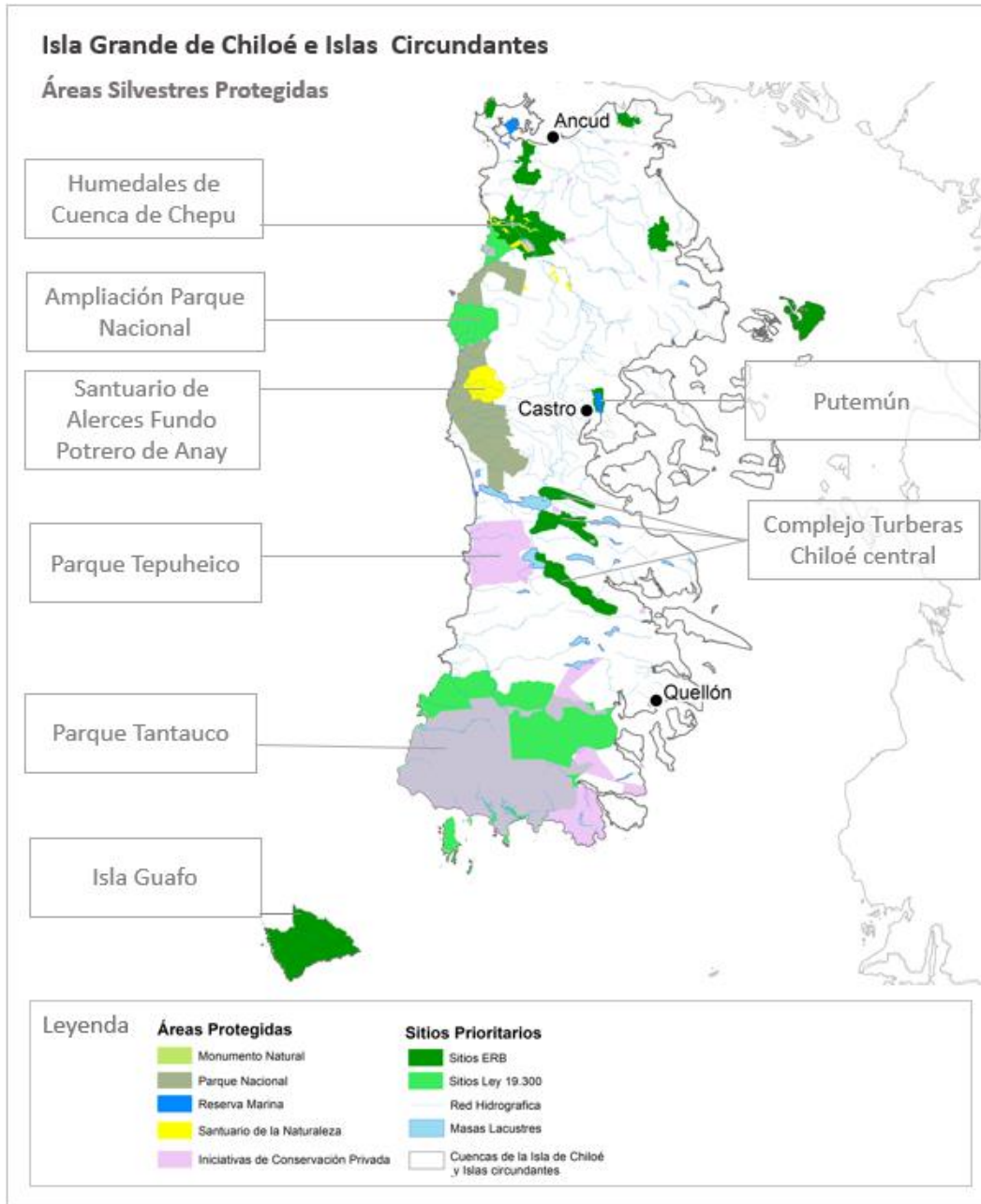
⁷ <https://www.sdg661.app/>

Subcuenca DGA	Código 6.6.1	Sup. Total Humedales (km ²)	Aguas permanentes		Aguas estacionales	
			km ²	%	km ²	%
Costeras Vertiente Oeste entre río Chepu y río Cucao	6619005	7,08	0,09	4,46	0,58	56,26
Río Chepu	6619006	0,85	0,23	15,72	0,18	14,91
Costeras Vertiente Norte entre Punta Quetrelquén y río Chepu	6619007	0,51	-0,06	-11,08	0,16	28,01
	6619008	S/I	0,04	35,27	0,14	51,6
Islas vertiente Oeste	6619002	35,81	-0,16	-0,36	1,14	14,46
Costeras Vertiente Este entre Punta Ahoni y Punta Yatac						
Costeras Vertiente Este entre estero San Juan y Punta Ahoni						
Costeras Vertiente Este entre Punta Quetrelquén y estero San Juan						

Fuente: Elaboración propia en base a <https://map.sdg661.app/#!>. En celeste se muestran aumentos y en naranja las disminuciones.

2.3.2 Áreas Silvestres Protegidas

El archipiélago de Chiloé cuenta con numerosas áreas protegidas bajo distintas categorías, según se presenta a continuación. En la Figura 2-9 se entrega referencia geográfica para las Áreas Silvestres Protegidas Cuencas Costeras Isla de Chiloé e islas circundantes.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-9 Áreas Silvestres Protegidas

- **Parque Nacional Chiloé⁸:** Creado en 1982 mediante D.S. N° 734 del Ministerio de Bienes Nacionales. Posee 42.567 hectáreas, con dos sectores principales: Chepu en la comuna de Ancud (norte) y Abtao en las comunas de Castro, Chonchi y Dalcahue. Entre las especies que se protegen en la unidad figuran, entre la flora: la tepa, asociada con olivillo y coigüe, la luma, la pitra y el arrayán, el alerce y el ciprés de las Guaitecas. Asimismo, un aspecto de interés de la fauna de Chiloé es la presencia de especies endémicas de mamíferos y aves, debido a su condición insular. Se puede apreciar al zorro chilote, monito del monte de Chiloé, ratón topo de Chiloé, ratón arbóreo de Chiloé, pudú, nutria marina, nutria de río y lobo marino común. Con respecto a las aves es posible observar al concón de Chiloé, rayadito de Chiloé, diuca de Chiloé, garza cuca, caranca, cormorán de las rocas, pilpilén austral, cernícalo y carpintero negro. Adicionalmente, presenta un fuerte componente del patrimonio cultural y paleontológico.
- **Monumento Natural Islotes de Puñihuil⁹:** Creado en 1999 mediante D.S. N° 130 del Ministerio de Agricultura. Posee 8,64 hectáreas y se encuentra conformado por 3 islotes en la costa noroeste de la Isla de Chiloé, frente a la caleta de pescadores de Puñihuil. De las 17 especies de pingüinos que existen en el mundo, 9 se encuentran presentes en Chile (más avistamientos excepcionales del pingüino enano o azul) y 2 de ellas se presentan en este monumento natural. Este sector es uno de los pocos lugares del mundo que alberga a estas colonias de nidificación y reproducción de los pingüinos de Magallanes y de Humboldt. Además de especies arbustivas y herbáceas, se observan relictos del bosque costero chilote, con dominancia del olivillo costero, tepa y ulmo.
- **Santuario de la Naturaleza Humedales de la cuenca de Chepu¹⁰:** Creado el año 2020 mediante D.S. N°3 del Ministerio del Medio Ambiente, este Santuario posee una extensión de 2.902,95 hectáreas, debido a su enorme importancia debido a sus ríos y humedales continentales. En su conjunto, estos ecosistemas otorgan hábitat a diferentes especies de mamíferos, aves y anfibios nativos. La red hídrica de la cuenca se origina en las cimas de la Cordillera del Piuchén, donde se encuentran presentes turberas ombrotóricas pulvinadas, las que constituyen un importante reservorio de agua dulce. Además, por su posición geográfica poseen un rol clave en términos de regulación hídrica, siendo identificadas como zona de recarga, determinando la disponibilidad de agua en la Isla de Chiloé.
- **Santuario de la Naturaleza Alerzales existentes en el Fundo Potrero¹¹:** Fue creado el año 1976 mediante Decreto Supremo N° 835 del Ministerio de Educación. Posee una superficie total de 62,2 hectáreas y la mayor parte de este Santuario se encuentra inmerso en el Parque Nacional Chiloé, y corresponde a bosques de alerce milenarios (acompañados de cipreses, tepú y canelo, entre

⁸ CONAF, revisado en <https://www.conaf.cl/parques/parque-nacional-Chiloé/>

⁹ CONAF, revisado en <https://www.conaf.cl/parques/monumento-natural-islotes-de-punihuil/>

¹⁰ Biblioteca del Congreso Nacional, revisado en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1148722>

¹¹ Ministerio de Bienes Nacional revisado en <https://www.monumentos.gob.cl/monumentos/santuarios-de-la-naturaleza/alerzales-existentes-fundo-fiscal-denominado-potrero-anay>

otros), y parte del patrimonio natural de la Isla de Chiloé. Se estima que los alerces tienen más de 3.000 años. En el año 2008 el alerce fue clasificado por la CONAMA como especie en estado de conservación debido a un eventual peligro de extinción.

- **Santuario de la Naturaleza Isla Kaikúé-Lagartija¹²**: Área protegida declarada el año 2017 mediante D.S. N° 33 del Ministerio del Medio Ambiente. Se localiza en el golfo de Ancud y posee una superficie de 0,75 hectáreas y su relevancia recae en su elevada biodiversidad de flora y fauna, tanto terrestre como marina-costera, y es uno de los pocos sitios en el golfo de Ancud que mantiene su condición natural y buen estado de conservación. Además, presente el primer sitio de nidificación del pingüino de Magallanes y de especies de aves que nidifican y residen en el lugar. Además, presenta numerosos hallazgos arqueológicos constituidos por conchales.
- **Reserva Marina Putemún¹³**: Creada el año 2004 mediante Decreto 134 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Se encuentra en la comuna de Castro y presenta una superficie total de 753 hectáreas. Su creación obedece a la necesidad de mantener, recuperar y potenciar el banco natural de la especie choro zapato existente en la reserva genética ubicada en el sector de Putemún.
- **Reserva Marina Pullinque¹⁴**: Creada el año 2004 mediante Decreto 133 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Se encuentra en la comuna de Castro y presenta una superficie total de 773,03 hectáreas. Su creación obedece a la necesidad de resguardar la especie nativa de ostra chilena.
- **Bien Nacional Protegido Fundo Putrihuén**: Posee una superficie de 751 hectáreas, protegido mediante Decreto Supremo N°1.939/1977 DEX 246, destinación de un inmueble fiscal con fines de conservación, protección del patrimonio y/o planificación o manejo.
- **Bien Nacional Protegido Islas Quilán**: Posee una superficie total de 2.311 hectáreas, protegido mediante Decreto Supremo N°1.939/1977 DEX 1582, destinación de un inmueble fiscal con fines de conservación, protección del patrimonio y/o planificación o manejo.
- **Sitios Prioritarios (Estrategia Regional de Biodiversidad)¹⁵**, información complementada con Smith-Ramírez y Plissock (2008):
 - **Guabún**: Localizada en el extremo norte de la Isla de Chiloé de una superficie de 884,5 hectáreas, donde se desarrolla Bosque siempreverde templado interior, de ulmos de gran longevidad, de gran pristinidad y singularidad, junto con una gran variedad de epífitas.

¹² Ministerio de Bienes Nacional

https://www.monumentos.gob.cl/sites/default/files/decretos/sn_01667_2017_dmma33.pdf

¹³ Ministerio de Medio Ambiente <http://bdrnap.mma.gob.cl/buscador-rnap/#/ficha?ficha=WDPA-066>

¹⁴ Ministerio de Medio Ambiente <http://bdrnap.mma.gob.cl/buscador-rnap/#/ficha?ficha=WDPA-065>

¹⁵ Smith-Ramírez y Plissock (2008) revisado en <http://bdrnap.mma.gob.cl/buscador-rnap/#/busqueda?p=1255>

- **Caulín:** Posee una superficie de 1.427,49 hectáreas y corresponde a una playa localizada en el norte de la Isla de Chiloé, que mira al canal de Chacao, y que posee una elevada diversidad, abundancia y singularidad de aves, destacándose la especie migratoria flamenco chileno.
- **Cuenca del río Chepu:** Se encuentra en la vertiente oeste de la Cordillera de la Costa y se extiende en 14.151,06 hectáreas. Su importancia recae en su elevada biodiversidad de aves y presencia de huillines. Se encuentra afectada a cambios en la marea y actividad pesquera.
- **Ampliación PN Chiloé:** Se propone para conectar el Parque Nacional Chiloé y además agregar sistemas de alto interés como el humedal del Lago Chepu y el Lago Huillinco. Posee una superficie de 112.000 hectáreas. Se encuentran pingüineras, loberas, e importante diversidad de anfibios, reptiles, especies marinas (como diversidad de algas, estrellas marinas, locos) aves y mamíferos marinos.
- **Llunco de la Montaña:** Posee una superficie de 3.354,26 hectáreas, donde se encuentra bosque valdiviano en tierras bajas de la vertiente este de la Cordillera de la Costa. Este bosque es muy importante por la naciente de numerosos ríos y esteros, varios de ellos desembocan en ríos mayores como el Chepu. Es la mayor extensión de bosque valdiviano antiguo de tierras bajas que queda en la Isla de Chiloé.
- **Islas Butachaques:** Islas del interior de la Isla Grande con características de refugio de aves y presencia de vegetación, pudiendo ser un punto de conexión entre la Isla de Chiloé y Chiloé Continental. Presenta una extensión total de 4.495,5 hectáreas y posee una fuerte intervención humana. Integrando litoral pueden constituir reservas naturales y de dispersión para recursos marinos de interés comercial (moluscos principalmente).
- **Complejo Turberas Chiloé Central:** Ecosistemas de turberas emplazadas en una superficie de 15.970,55 hectáreas, compuestas por tres zonas donde se emplazan este tipo de ecosistemas, los cuales, como se ha mencionado anteriormente, son altamente relevantes para el ciclo hidrológico, del carbono, así como para la biodiversidad local, el paisaje y la calidad de los suelos de la Isla de Chiloé.
- **Chaguata:** Este sitio se localiza en el sector del Parque Tantauco, y posee una extensión total de unas 140.000 hectáreas, incluyendo el sistema de islas en la parte sur de la Isla de Chiloé del archipiélago de Guapiquilán. Este archipiélago presenta una vegetación de especies hidrófilas con humedales y turberas, y es considerado prioritario por su pristinidad y singularidad. Además, es posible encontrar tipos forestales como siempreverdes y ciprés de las Guaitecas. Se encuentra el lago Chaguata, el cual presenta una elevada concentración de aves marinas. Finalmente, este Sitio se vislumbra como la reserva más importante del huillín de Chiloé.

- **Áreas Protegidas de Propiedad Privada**

- Se encuentran una serie de áreas protegidas de propiedad privada de menor dimensión, en torno a los 100-200 hectáreas cada una. A continuación, se detallan las áreas protegidas privadas de mayor extensión, las que se encuentran en la zona centro norte de la Isla de Chiloé.
- **Parque Tepuhueico¹⁶**: Área de protección privada de 20.000 hectáreas localizado en la parte oeste (sector central) de la Isla de Chiloé. Posee una geografía que da protección a un bosque templado milenario, hábitat de múltiples especies y con alto grado de endemismo (Fuente de protección: Gef-SRAPP 2010/ACCh).
- **Parque Paradiso**: Sector protegido privado de 1.485 hectáreas que se encuentra adosado al Parque Tantauco. No se encuentra información sobre esta área de protección privada (Fuente de protección: Gef-SRAPP 2010).
- **Parque Tantauco¹⁷**: Abarca una extensa área de protección privada, de 100.000 hectáreas, localizada en la parte sur de la Isla de Chiloé. Desde del año 2005 se encuentra administrada por la Fundación Futuro, donde se comenzó a trabajar en un Plan de Manejo y Conservación. Este parque posee vastas extensiones de bosque nativo, destacándose la presencia de especies amenazadas como el Ciprés de las Guaitecas y el Olivillo Costero. Respecto de la fauna nativa, se destaca la presencia del huillín, el zorro chilote y la ranita de Darwin. (Fuente de protección: Gef-SRAPP 2010/ACCh).

2.3.3 Nieves y Glaciares

La cuenca no presenta superficie asociada a nieves ni glaciares.

2.4 Infraestructura Hídrica

La infraestructura hídrica da cuenta de cómo las personas han intervenido los sistemas naturales, y en particular el ciclo hidrológico, con el propósito de acceder al agua, disponer de ella en otras estaciones, trasvasarla, depurarla, e incluso desalarla, accediendo de esta forma a las aguas marinas del borde costero.

2.4.1 Infraestructura sanitaria

La zona cuenta con infraestructura sanitaria de conducción, asociada a los sistemas de provisión de agua potable y saneamiento tanto a nivel urbano como rural.

¹⁶ Parque Tepuhueico, revisado en <https://www.parquetepuhueico.cl/el-parque/>

¹⁷ Parque Paradiso, revisado en <https://www.parquetantauco.cl/>

2.4.1.1 Provisión de agua potable en sectores urbanos

El área urbana de la Isla Grande de Chiloé alcanza a una población de 102.653 personas, y 6 localidades (Tabla 2-15).

Tabla 2-15. Sistemas de agua potable urbana

Localidad	Población	Explotación (l/s)	Derechos de Agua (l/s)	Fuentes de agua	Fuentes Futuras
Ancud	30.053	117,0	455,0	Pudeto – La Máquina Bellavista Estero Mechaico Estero Sin Nombre Cuatro (Bahía Ancud) Estero Sin Nombre Dos (Bahía Ancud) Estero Sin Nombre Tres (Bahía Ancud) Estero Sin Nombre Uno (Bahía Ancud)	Fuente Nueva
Dalcahue	4.369	36,1	138,0	Estero Mocopulli Estero Tegel Estero Sin Nombre Sondaje 2068 Sondaje 2091 Sondaje 2108	
Achao	3.198	16,0	86,0 l/s	Estero Villarroel Sondaje N° 2101 Sondaje 2086 Vertientes Putique Estero sin Nombre	
Castro	36.322	164,0	353,5	Captación PAP Gamboa Captación El Molino Captación Río Gamboa	Sondaje N° 2085 Sondaje N° 2110 Sondaje Nuevo
Chonchi	3.726	27,9	58,7 l/s	Pozo drenes Sondaje N° 2066 Sondaje N° 2088 Malla Punteras Huitanque Malla Punteras Noria Estero Huenhue	Sondaje de Rese Sondaje de Reserva
Quellón	24.985	61,0	96,0	Estero Matadero Sondaje 2016 Sondaje 2017 Sondaje 2061 Sondaje 2062 Sondaje 2104 Sondaje 2056 Sondaje 2087	Aumento Capacidad Sondaje 2062 Nuevo Sondaje
Total	102.653	422,0	1.042,5		

Fuente: ESSAL (2016)

2.4.1.2 Provisión de agua potable en sectores rurales

En la Tabla 2-16 se entrega información de los sistemas de aprovechamiento de agua potable rural. En la zona de estudio se pudieron identificar 104 sistemas APR.

Tabla 2-16. Sistemas de agua potables rurales por comuna del área estudio

Comuna	N° de comités o sistemas	N° de Arranques a junio 2021	Beneficiarios/as Estimados a jun 2021 - 3,10 Benef/arr
Ancud	22	3.106	9.630
Castro	16	4.504	13.964
Chonchi	14	2.233	6.924
Curaco de Vélez	6	966	2.994
Dalcahue	6	1.332	4.129
Puqueldón	7	908	2.815
Queilén	6	1.591	4.933
Quellón	13	2.129	6.601
Quemchi	4	380	1.178
Quinchao	10	1.286	3.986
TOTAL	104	18.435	57.154

Fuente: Elaboración propia en base a DOH (2021)

Sumado a lo anterior, DOH (2021) declara los proyectos de agua potable rural que se listan en la Tabla 2-17.

Tabla 2-17. Obras proyectadas de agua potable rural en el área estudio

Nombre Proyecto	Código	Bip	Programa
Construcción Sistema Agua Potable Rural de Detif, Comuna de Puqueldón	49191	40009868-0	Agua Potable Rural Semi Concentrado
Construcción Sistema Agua Potable Rural Curaco de Vilupulli, Comuna de Chonchi	49697	40014505-0	Agua Potable Rural Semi Concentrado
Construcción Sistema Agua Potable Rural Huite, Comuna de Quemchi	49217	40015381-0	Agua Potable Rural Semi Concentrado
Construcción Sistema de Agua Potable Rural de Aucar, Comuna de Quemchi	49063	40004846-0	Agua Potable Rural Semi Concentrado
Construcción Sistema de Agua Potable Rural de Detico - Quechu, Comuna de Queilén	49065	40009870-0	Agua Potable Rural Semi Concentrado

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Ministerio de Obras Públicas

A los Servicios Sanitarios Rurales antes listados se deben sumar aquellos que están registrados en las fuentes revisadas, y además a lo dinámica que se ha presentado en el territorio el desarrollo de sistemas particular (no registrados) en el marco de proyectos inmobiliarios bajo la figura de parcelaciones agrícolas.

2.4.1.3 Plantas de tratamiento de aguas servidas

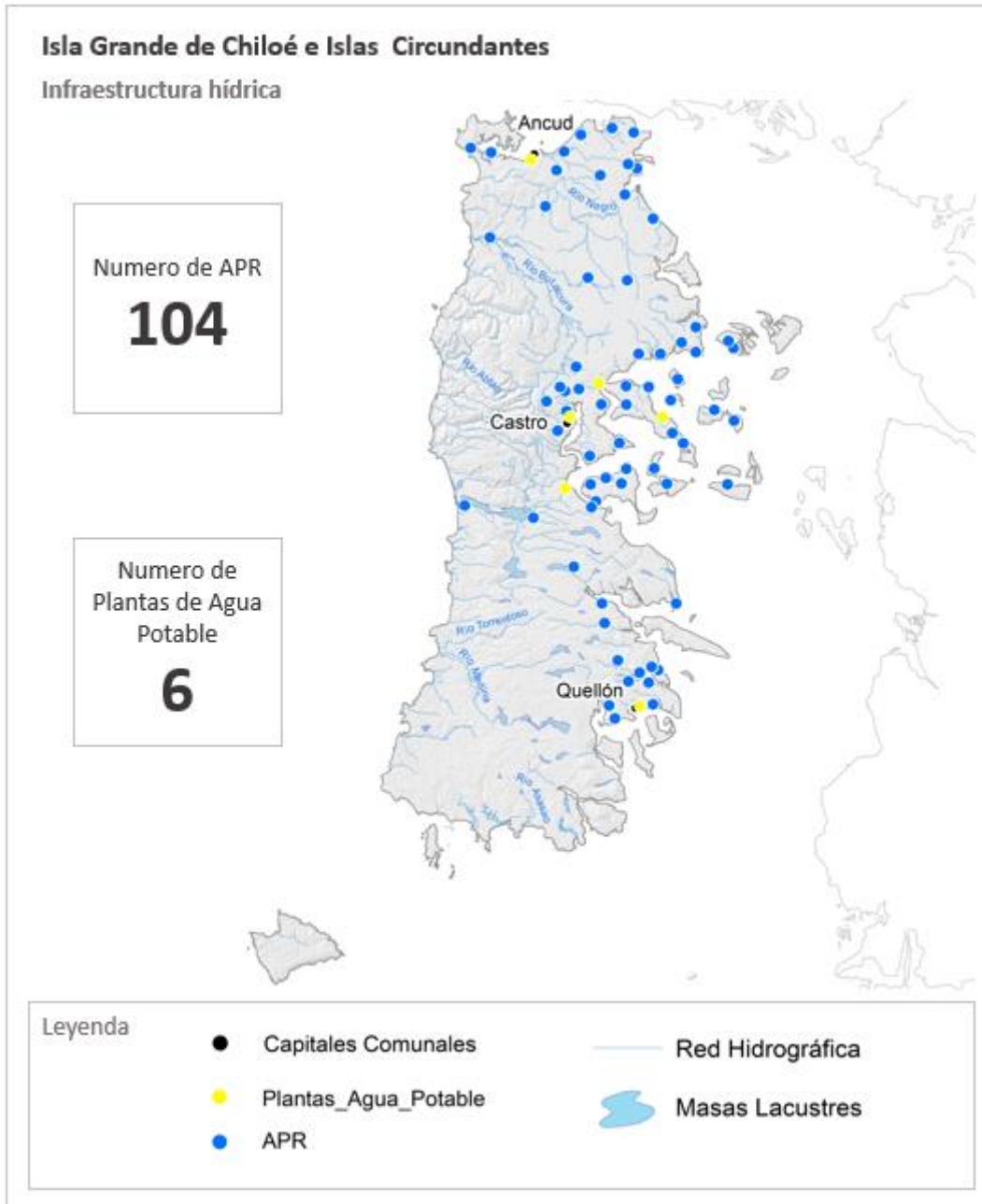
En la Tabla 2-18 se entrega el listado de plantas de tratamiento de aguas servidas en las comunas correspondientes a la cuenca de estudio.

Tabla 2-18. Plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) en comunas de la cuenca de estudio

Empresa	Nombre Planta	Localidad que Atiende	Tipo de Tecnología	Curso Receptor
ESSAL S.A.	PTAS-ANCUD	Ancud	Lodos activados	Golfo Ancud
	PTAS-CHONCHI	Chonchi	Lodos activados	Estero Huitanque
	PTAS-QUELLÓN	Quellón	Lodos activados	Estero Matadero
	PTAS-CASTRO	Castro	Lodos activados	Estero La Chacra
	PTAS-DALCAHUE	Dalcahue	Lodos activados	Estero Hueñocoihue
	ES-ACHAO	Achao	Emisario submarino	Bahía Achao

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios (2019)

En la Figura 2-10 se muestra la distribución de los sistemas de APR y Plantas de Tratamientos existentes en la zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-10 Infraestructura Sanitaria

2.4.2 Infraestructura hidráulica

Se identificó un embalse, Pudeto, asociado al sistema que abastece de agua para consumo humano a la localidad de Ancud. Según se recabó en las actividades de participación, el área del embalse está amenazada por microbasurales, entre otros.

Adicionalmente, el Catastro de obras menores de la Dirección General de Aguas (actualizado al año 2018), registra un total de 71 inscripciones, las que se resumen en la Tabla 2-19. No se identificaron obras mayores en este catastro.

Tabla 2-19. Obras hidráulicas menores en la provincia de Chiloé

Comuna	Autorización Construcción Bocatoma (Art. 151)	Cambio de Bocatoma (Art. 151)	Construcción Obra Hidráulica (Art. 151)	Sin especificación	Total
Ancud	7		2	10	19
Castro	6			2	8
Chonchi	3	2		9	14
Curaco de Vélez	1				1
Dalcahue	6			6	12
Queilén				1	1
Quellón	4			5	9
Quemchi				3	3
Quinchao	2		1		3
No especificado				1	1
Total general	29	2	3	37	71

Fuente: Catastro Público de Aguas

2.4.3 Redes de medición

Las redes de medición corresponden a estaciones de la Dirección General de Aguas, y pueden corresponder a la Red Hidrométrica o de Calidad de Aguas. El detalle de las estaciones vigentes se presenta a continuación.

2.4.3.1 Red hidrométrica

La red hidrométrica considera estaciones meteorológicas, fluviométricas, de niveles de pozos, entre otras.

2.4.3.1.1 Estaciones meteorológicas

Las estaciones meteorológicas identificadas en la zona de estudio son 8, y se presentan en la Tabla 2-20.

Tabla 2-20. Estaciones meteorológicas DGA

Nombre estación	Código BNA	UTM Este (m)	UTM Norte (m)	Estado
Ancud 1 (DGA)	10903003-1	597.708	5.364.670	Vigente
Ancud 2 (DOH)	10900002-7	599.873	5.362.857	Vigente
Chepu	10904005-3	586.061	5.344.762	Vigente
Quemchi	10900001-9	624.724	5.331.715	Vigente
Castro 2 (DOH)	10901004-9	600.760	5.296.177	Vigente
Chonchi	10901003-0	600.695	5.280.855	Vigente
Cucao	10906004-6	573.110	5.280.496	Vigente
Quellón	10902002-8	612.319	5.225.689	Vigente

Fuente: Elaboración propia en base a BNA (<https://snia.mop.gob.cl/observatorio>)

2.4.3.1.2 Estaciones fluviométricas

En la cuenca existen dos estaciones fluviométricas, según se presenta en la Tabla 2-21.

Tabla 2-21. Estaciones meteorológicas DGA

Nombre estación	Código BNA	UTM Este (m)	UTM Norte (m)	Estado
Río Vilcún en Belbén	10903001-5	608.931	5.344.827	Vigente
Río Grande en San Pedro	10904001-0	595.342	5.310.356	Vigente

Fuente: Elaboración propia en base a BNA (<https://snia.mop.gob.cl/observatorio>)

Respecto a estaciones que entreguen reportes de sedimentos, la Dirección General de Aguas¹⁸ indica que no existe este tipo de estaciones en la cuenca en estudio.

¹⁸ Revisado en <https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes>

2.4.3.1.3 Estaciones de pozos

No se identificaron estaciones de seguimiento de niveles estáticos en pozos dentro del Banco Nacional de Aguas.

2.4.3.2 Estaciones de Calidad de Aguas

De acuerdo con el Banco Nacional de Aguas (BNA) del Ministerio de Obras Públicas-Dirección General de Aguas (DGA), institución productora de datos de monitoreo de calidad del agua en Chile, en las cuencas de Chiloé en los últimos 20 años se ha levantado información de calidad de agua en 16 puntos de muestreo: siete corresponden a APR, cinco se localizan en diversos lagos, tres en ríos y una en un pozo. El detalle de la información existente se encuentra en la Tabla 2-22.

Tabla 2-22. Estaciones de monitoreo Banco Nacional de Aguas (BNA) DGA

Código BNA	Nombre	Coord. Este WGS 84 H19	Coord. Norte WGS 84 H19	Cantidad de datos	Frecuencia
10903006-6	APR CURAMO	604.732	5.364.442	1	02-09-2020
10903007-4	APR PUGUENUN	608.981	5.367.666	1	02-09-2020
10906008-9	APR TARA	598.967	5.273.395	1	04-09-2020
10902003-6	LAGO NATRI-ZMAX	596.758	5.261.949	3	varios
10906005-4	LAGO TEPUHEICO - Z MAX	584.970	5.262.320	1	15-02-2017
10904006-1	POZO PIRUQUINA	599.109	5.307.159	8	varios
10904004-5	RÍO PUNTRA EN CAMINO ANCUD-CASTRO (CA)	604.370	5.328.647	69	varios
10903005-8	APR EL QUITRAL	613.420	5.358.294	1	02-09-2020
10921000-5	APR PUQUELDON	609.524	5.283.140	1	04-09-2020
10902005-2	LAGO SAN ANTONIO Z MAX	603.687	5.243.768	1	04-10-2017
10902004-4	LAGO YALDAD-ZMAX	594.420	5.235.726	1	04-10-2017
10906003-8	RÍO BRAVO EN PUENTE MILILDEO N 1	585.767	5.271.518	77	varios
10902006-0	APR NATRI	600.295	5.261.374	1	04-09-2020
10901005-7	APR RAUCO ALTO	598.427	5.288.242	1	04-09-2020
10906006-2	LAGO TARAHUIN-ZMAX	604.159	5.270.511	2	03-10-2017
10904001-0	RÍO GRANDE EN SAN PEDRO	595.353	5.310.374	78	varios

Fuente: DGA, 2021



2.5 Nuevas fuentes de agua

El uso creciente de los recursos hídricos producto de una mayor demanda poblacional, por las actividades productivas, al mismo tiempo que se dispone de una oferta decreciente producto de una explotación de las aguas por sobre la disponibilidad real, resulta en una necesidad constante por acceder a nuevas fuentes de agua que permitan reducir el riesgo de abastecimiento y contribuir a la seguridad hídrica de las personas, de los ecosistemas y de las actividades productivas. A continuación, se evalúa la posibilidad de acceder a nuevas fuentes de agua en esta cuenca.

2.5.1 Captura de aguas lluvias

Se reconoce que durante las últimas décadas se ha visto una merma de los promedios anuales de precipitaciones para la zona de estudio. Sin embargo, la provincia aún mantiene un alto promedio anual de milímetros caídos de aguas (sobre 1.500 mm), por lo cual los sistemas de captación de aguas lluvias podrían ser una alternativa viable para el corto y mediano plazo en Chiloé.

Lo anterior tiene relación con una forma alternativa de abastecimiento hídrico basado en la captación, almacenamiento y aprovechamiento de las precipitaciones pluviales (agua de la lluvia) para el consumo cotidiano ya sea doméstico, para la agricultura o ganadería.

Estas técnicas de captación han sido ampliamente promocionadas por la Comisión Nacional de Riego en la Región de Los Lagos, principalmente promocionadas como infraestructura de riego intrapredial, donde a la fecha se han promulgado una serie de concursos para el financiamiento través de la Ley de Riego. De la misma forma, el Instituto de Desarrollo Agropecuario, INDAP, ha financiado numerosos proyectos a nivel intrapredial para este tipo de proyectos.

2.5.2 Tranques de regulación

Otra posibilidad es contar con tranques o embalses superficiales de almacenamiento, que permitan gestionar la pluviometría invernal

2.5.3 Uso de Aguas Servidas Tratadas (Reutilización)

Esta técnica consiste en usar el efluente de un proceso en otro que requiere una calidad de agua diferente, generalmente menor. Para lo anterior es necesario determinar la calidad de agua que requiere cada proceso, identificar qué efluentes podrían utilizarse y definir cuál será el tratamiento mínimo requerido para que la calidad sea el estándar



necesario en dicho proceso. Además, se deberán conocer los mecanismos necesarios para transportar el líquido.

En relación con la eficiencia del uso del agua en los asentamientos humanos identificados en la cuenca, y producto de baja producción en los actuales sistemas de recolección de aguas grises, no existiría en estos momentos la capacidad de reutilizar aguas previamente utilizadas por sistemas industriales o domiciliarios.

2.5.4 Desalinización

En la cuenca no se identificaron plantas desaladoras, así como tampoco proyectos que se encuentren en su etapa de planificación. Sin embargo, si se encuentra en desarrollo una "planta desalinizadora insular" en la isla de Cheñiao¹⁹,

Sin embargo, lo anterior, la desalinización de agua de mar es una fuente potencial para la cuenca, toda vez que cuenta con un amplio borde costero.

2.6 Gobernanza del Agua a Nivel de Cuenca

En lo principal, se pueden distinguir actores públicos, que corresponden a los organismos del Estado con facultad normativa, fiscalizadora, de estudio, planificación y fomento sobre las aguas y los usuarios.

Los actores privados corresponden principalmente a titulares o beneficiarios directos de un derecho de aprovechamiento de agua consuntivo o no consuntivo, superficial o subterránea. (Comités de APR, dueños de pozos) y, por último, a los representantes de la sociedad civil, en estos actores se encuentran los dirigentes de organizaciones territoriales y funcionales, formales e informales, de grupos de ciudadanos afectados o beneficiados, directa o indirectamente. Además, en este grupo de actores se encuentran aquellas instituciones que poseen conocimiento específico sobre el tema que está trabajando, por ejemplo, universidades, centros de investigación, fundaciones, ONGs.

En la cuenca en estudio no existen organizaciones de usuarios de aguas, lo que conlleva a que la atención organizacional se derive a otra tipología de actores. En lo principal, se pueden distinguir actores públicos, que corresponden a los organismos del Estado con facultad normativa, fiscalizadora, de estudio, planificación y fomento sobre las aguas y los usuarios. Por su parte los actores privados corresponden, por un lado, a personas, agrupaciones civiles o productivas que son usuarios de agua para consumo humano, y que representan el mayor consumo de agua dentro de la cuenca.

¹⁹ Revisado en

https://www.litoralpress.cl/sitio/Prensa_Texto?LPKey=widNNMv7tsIrRMXeqTECyAMPzRhSHZcbsOGfofVfepk%C3%96

2.6.1 Agentes

En este apartado se señalan los actores identificados en el área de estudio, mencionando inicialmente los actores públicos identificados, los cuales se lista en la Tabla 2-23, Tabla 2-24, Tabla 2-25 y Tabla 2-26.

Tabla 2-23. Actores del Gobierno Central y Ejes Estratégicos asociados

Ministerio o dependencia		Institución	PER	ECO	PRO	EXT
Presidencia de la República	Delegado Presidencial Regional		X	X	X	X
	Delegado Presidencial Provincia de Chiloé		X	X	X	X
Ministerio del Interior y Seguridad Pública	Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE)		X		X	X
	Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI)	Oficina Regional de Emergencias				X
Ministerio de Obras Públicas	Dirección General de Obras Públicas (DGOP)	Dirección Regional de Obras Hidráulicas (DOH)			X	X
		Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales	X			
	Dirección de Obras Portuarias (DOP)			X		
	Dirección General de Aguas (DGA)	Dirección Regional de Aguas (DGA)	X	X	X	X
	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)	SISS Regional (SISS)	X			
	Secretarías Regionales Ministeriales (Seremi)	Seremi MOP	X	X	X	X
Ministerio de Medio Ambiente	Seremi de Medio Ambiente	Seremi de Medio Ambiente		X	X	
		Dirección Regional		X	X	
		Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEA)		X	X	
		Proyecto GEF Paisajes de Conservación		X		
Ministerio de Agricultura	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Dirección Regional			X	



Ministerio o dependencia		Institución	PER	ECO	PRO	EXT
	Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)	Dirección Regional			X	
	Comisión Nacional de Riego (CNR)	Dirección Regional			X	
	Corporación Nacional Forestal (CONAF)	Dirección Regional			X	
Ministerio de Economía	Seremi de Economía, Fomento y Turismo	Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA) Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA)			X	
	Corporación de Fomento (CORFO)	CORFO regional Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC)			X	
	Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR)				X	
		INDESPA Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y Acuicultura de Pequeña Escala			X	
Ministerio de Minería	Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN			X		
Ministerio de Desarrollo social y Familia	Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI)	X				
Ministerio de Vivienda y Urbanismo		X				
Ministerio de Bienes Nacionales		X	X			
		Comisión Regional Uso Borde Costero Los Lagos	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-24. Actores del Gobierno Local

Nivel	Institución	PER	ECO	PRO	EXT
Regional	Gobierno Regional de Los Lagos	X	X	X	X
	Consejo Regional de Los Lagos	X	X	X	X
Comunal	Municipios de Ancud, Castro, Chonchi, Curaco de Vélez, Dalcahue, Puqueldón, Queilén, Quellón, Quemchi y Quinchao	X	X	X	X
Intercomunal	Asociación de Municipios del Sur de Chiloé Amsur Chiloé (Castro, Chonchi, Curaco de Vélez, Puqueldón, Queilén, Quellón)	X	X	X	X
Intercomunal	Asociación de Municipios de Desarrollo Intercomunal de Chiloé (Dalcahue, Ancud, Quemchi)	X	X	X	X
Provincial	Asociación Provincial de Municipios de Chiloé	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los actores privados se identificaron los titulares de derechos de aprovechamiento de agua, así como empresas privadas, empresas agrícolas, comercio en general, y las empresas de turismo. A continuación, la Tabla 2-25 señala el alcance de sus acciones.

Tabla 2-25. Actores privados y Usuarios de Agua

Actor	Comuna	PER	ECO	PRO	EXT
Asociación de APR Chiloé	Todas	X			
ESSAL Servicios Sanitarios de Los Lagos	Regional	X			
Chilolac	Provincial			X	
Alitec SA	Castro			X	
Invertec Seafood	Castro			X	
Cultivos Marinos del Pacífico S.A - Punta Pullao	Castro			X	
Pesca y Cultivos Don Jorge S.A.	Castro			X	
Pesquera Pacific Star Ltda. (Planta Piruquina)	Castro			X	
Cámara de Comercio y Turismo Dalcahue; Cámara Comercio, Industria y Turismo Castro; y Cámara Comercio detallista y Turismo Ancud	Dalcahue, Castro, Ancud			X	
Cámara de Comercio y Turismo	Dalcahue, Ancud y Castro			X	

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en el último eje de actores, están las organizaciones de la sociedad civil. A continuación, la Tabla 2-26, muestra el alcance de sus acciones.

Tabla 2-26. Actores de la sociedad civil

Actor	Escala	PER	ECO	PRO	EXT
Universidad Austral de Chile	Regional		X		
Fundación Chiquihue	Provincial			X	
Iniciativa Turberas	Provincial		X	X	
IEB Instituto de Ecología y Biodiversidad	Ancud		X		
Fundación Senda Darwin	Ancud		X		
Agrupación de Mujeres Insulares por las Aguas AMIPA	Provincial	X	X		
CECPAN Centro de Estudio y Conservación del Patrimonio Natural	Provincial	X	X		
Junta de vecinos de Nal Alto	Ancud	X			
ChiloéActivo. Asociación de Consumidores y usuarios de Chiloé	Ancud	X	X	X	
Parque Tantauco	Quellón		X		
Parque Mawüanko	Ancud		X		

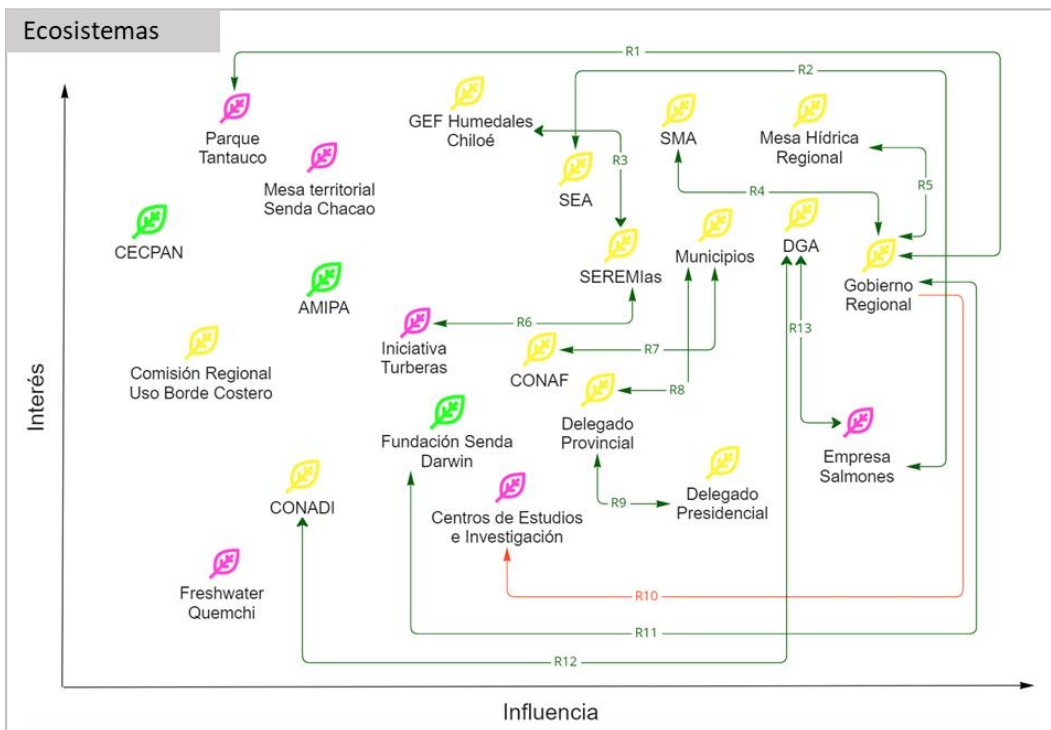
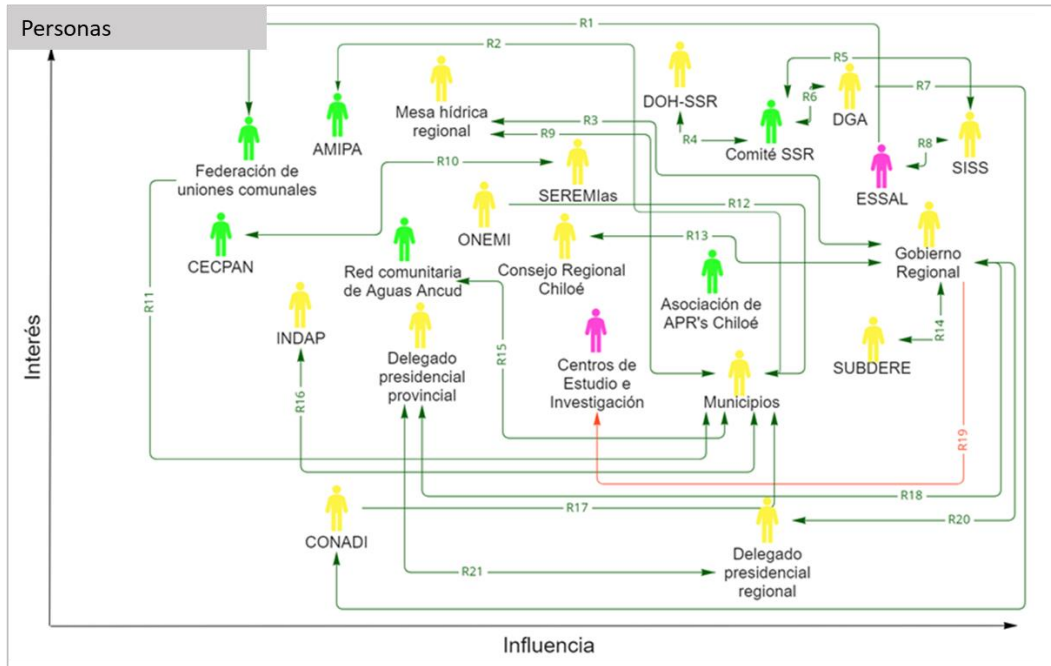
Fuente: Elaboración propia

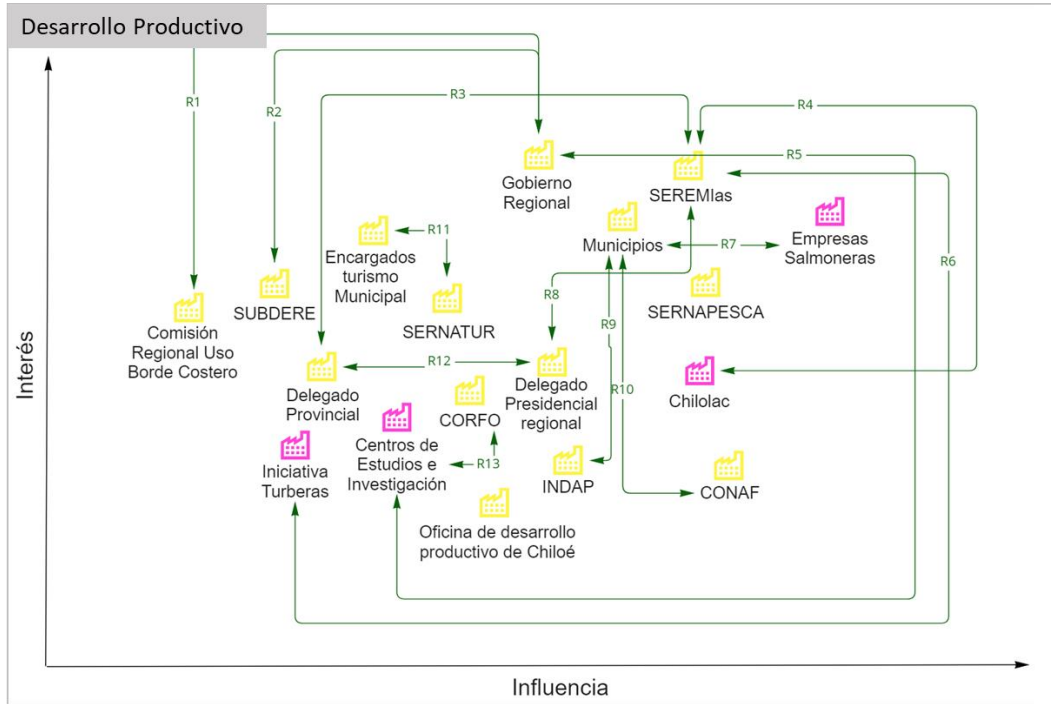
2.6.1.1 Relación Interés- Influencia. Mapa de Actores

En Ilustración 2-8 se clasifican los actores a través de una matriz de interés e influencia sobre la gestión del agua en el territorio.

De esto se indica que el interés se conceptualizó como la disposición, proactividad y contribución que tiene cada actor respecto a acciones dentro del territorio en función del recurso hídrico, que promueva la organización de esta y que genera espacio de participación en la toma de decisiones. Por otro lado, la influencia hace alusión a la ponderación entre la legitimidad o representatividad del actor frente a la comunidad y a la contribución que hace a esta. Cabe mencionar que el proceso de identificación de los niveles de interés e influencia es subjetivo, ya que corresponde a la interpretación del equipo de trabajo de la información obtenida de distintas fuentes del territorio.

Relación de Interés e Influencia entre Actores





Relación con la seguridad hídrica		Tipo de actor		Tipo de relación	
	Seguridad Hídrica para las Personas		Público		Material
	Seguridad Hídrica para Ecosistemas		Privado		Gestión
	Seguridad Hídrica para la producción		Organizaciones de la sociedad civil		Financiera

Ilustración 2-8 Relaciones entre actores para los ejes estratégicos: personas, ecosistemas y desarrollo productivo

Las relaciones entre actores enunciadas en las figuras precedentes se presentan en el numeral siguiente.

2.6.1.2 Comunicación y Relación Entre Actores

El mapa de actores refleja al conjunto de entidades, públicas, privadas o ciudadanas, que participan de los distintos aspectos que se relacionan con el ciclo hidrológico, tanto a nivel político, regulatorio, fiscalizador, como de manejo y gestión, usos directos, indirectos, estudios, etc. El mapa de actores contiene los siguientes elementos:

- Relaciona al tipo de actor en 3 ejes de seguridad hídrica: personas, ecosistemas y productivas,
- Identifica al tipo de actor (público, privado, organización de la sociedad civil),
- Se basa en la matriz de interés e influencia para ubicar espacialmente a los actores,
- Contiene relación establecida entre los actores, indicando la direccionalidad (mediante flechas), intensidad (grosor de la línea), y elementos principales que la componen (mediante colores) para identificar si es una relación a nivel material (agua u otro recurso), de gestión (permisos, información), o bien financiera. Las relaciones fueron identificadas a través de códigos para facilitar el análisis.

Para entender esta relación y los grados de competencia entre los actores ya mencionados, en las Tabla 2-27, Tabla 2-28 y Tabla 2-29 se identifican las relaciones entre ellos.

Tabla 2-27. Relaciones identificadas para el eje Personas

Código	Descripción
R1	Coordinación ante eventos de emergencia, escasez hídrica y abastecimiento de agua potable en situaciones de desastre
R2	Colaboración entre actores para lograr el desarrollo de sus atribuciones y competencias
R3	CNR colabora con SEREMI de Agricultura en proyectos de tecnificación de riego en la agricultura familiar campesina
R4	Colaboran para la ejecución de proyectos de obras y para la gestión del agua superficial y subterránea y la regularización de derechos de aprovechamiento de las aguas
R5	La Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales dependiente de la Dirección de Obras Hidráulicas, realiza asesoría a la administración y operación de los comités y cooperativas de servicios sanitarios rurales
R6	La SISS fiscaliza a la sanitaria Aguas del Valle para velar por el acceso a agua potable en calidad, cantidad y continuidad según lo establecido en la normativa
R7	Colaboración entre actores para el desarrollo sostenible de la agricultura a nivel regional. Además, el Gobierno Regional entrega recursos al INIA para el desarrollo de programas
R8	Coordinación entre municipios y Gobierno Regional para la promoción del turismo local



Código	Descripción
R9	Colaboración para la ejecución de programas y financiamiento de iniciativa, por parte del gobierno regional, para el mejoramiento de infraestructura turística o mejora de capacidades de la industria a nivel regional
R10	Los centros de estudios e investigación pueden acceder a fondos concursables de CORFO
R11	El comité técnico local de GEF Humedales es dirigido por la SEREMI de Medio Ambiente, actuando como secretaria técnica
R12	Las juntas de vecinos transmiten inquietudes y necesidades a los municipios respecto de la gestión y uso del agua para las personas. Los municipios utilizan esta información para destinar recursos
R13	Trabajo colaborativo para el avance de proyectos de servicio de agua potable y alcantarillado
R14	Conaf trabaja con funcionarios públicos y municipios en planes de capacitación, prevención de incendios forestales, reforestación, capacitación y protección de áreas naturales
R15	Sernageomin mantiene y entrega información a autoridades sobre factores geológicos que condicionan el almacenamiento, escurrimiento y conservación de las aguas, vapores y gases subterráneos
R16	Colaboración en la ejecución de campañas de cuidado del agua ante situación de escasez hídrica
R17	La Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático a nivel regional se coordina con el Gobierno Regional para la ejecución de programas y proyectos que aporten a la construcción de una economía sustentable, resiliente y baja en carbono
R18	INDAP y municipios establecen convenios para la ejecución de programas que promuevan el desarrollo económico, social y tecnológico de pequeños productores agrícolas y campesinos
R19	Las uniones comunales transmiten inquietudes y necesidades a los municipios respecto de la gestión y uso del agua para las personas
R20	La SUBDERE impulsa y conduce las reformas institucionales en materia de descentralización, que contribuyan a una efectiva transferencia de atribuciones y responsabilidades en el ámbito político, económico y administrativo a los gobiernos regionales y a los municipios
R21	El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) evalúa e informa la factibilidad para subdivisiones de terrenos rurales y construcciones ajenas a la agricultura en área rural a la Dirección de Obras de los Municipios

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-28. Relaciones identificadas para el eje Ecosistemas

Código	Descripción
R1	La Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático a nivel regional se coordina con el Gobierno Regional para la ejecución de programas y proyectos que aporten a la construcción de una economía sustentable, resiliente y baja en carbono
R2	Coordinación política y operativa entre actores
R3	Trabajan en nuevas medidas para enfrentar situación hídrica en la región, colabora con el Consejo Consultivo Regional de medio Ambiente
R4	El comité técnico local de GEF Humedales es dirigido por la SEREMI de Medio Ambiente, actuando como secretaria técnica
R5	ONG's participan y/o apoyan actividades lideradas por el proyecto GEF Humedales
R6	Colaboración en ejecución de actividades de monitoreos de aguas subterráneas y otras iniciativas de la Mesa
R7	La SUBDERE impulsa y conduce las reformas institucionales en materia de descentralización, que contribuyan a una efectiva transferencia de atribuciones y responsabilidades en el ámbito político, económico y administrativo a los gobiernos regionales y a los municipios
R8	Los centros de estudios e investigación obtienen recursos del Gobierno Regional a través de fondos concursables
R9	Colaboración para la ejecución de las funciones de cada institución pública
R10	Conaf trabaja con funcionarios públicos en planes de capacitación, prevención de incendios forestales, reforestación, educación y protección de áreas naturales
R11	Conaf trabaja con funcionarios públicos en planes de capacitación, prevención de incendios forestales, reforestación, educación y protección de áreas naturales
R12	SEREMÍas participan de actividades organizadas por la mesa colaboran en los objetivos que tienen en común
R13	El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) evalúa e informa la factibilidad para construcciones ajenas a la agricultura en área rural a la Dirección de Obras de los Municipios
R14	Colaboración entre municipios y Gobierno Regional para abordar desafíos de gestión hídrica
R15	Colaboración entre actores para lograr el desarrollo de sus atribuciones y competencias
R16	Colaboración en la ejecución de campañas de cuidado del agua ante situación de escasez hídrica
R17	El Ministerio forma parte del Comité Interministerial de Transición Hídrica Justa encabezado por el Ministerio de Medio Ambiente, comité que se coordina con las Seremías (Agricultura, Minería, Energía, Obras Públicas, Ciencias)
R18	Conaf trabaja con municipios en planes de capacitación, prevención de incendios forestales, reforestación, educación y protección de áreas naturales

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-29. Relaciones identificadas para el eje Desarrollo Productivo

Código	Descripción
R1	Colaboran en el desarrollo de las actividades de la Mesa Hídrica Elqui Bajo Alfalfares
R2	CNR colabora con SEREMI de Agricultura en proyectos de tecnificación de riego en la agricultura familiar campesina
R3	INIA participa con la asistencia técnica a la mesa hídrica Elqui Bajo Alfalfares para apoyar con conocimiento técnico
R4	SEA y SEREMIs colaboran en la evaluación ambiental de proyectos de inversión
R5	CNR financia obras de mejoramiento de infraestructura y fortalecimiento de la gestión de los recursos hídricos, para la distribución de aguas de riego a la Asociación
R6	CNR financia obras de mejoramiento de infraestructura y fortalecimiento de la gestión de los recursos hídricos, para la distribución de aguas de riego a la Junta
R7	CIDERE representa al sector productivo de la región frente al Gobierno Regional, buscando trabajar en conjunto para mejorar el desempeño de los negocios y el desarrollo sustentable
R8	INDAP y municipios establecen convenios para la ejecución de programas que promuevan el desarrollo económico, social y tecnológico de pequeños productores agrícolas y campesinos
R9	Colaboración en ejecución de actividades de monitoreos de aguas subterráneas y otras iniciativas de la Mesa
R10	DGA otorga y fiscaliza los derechos de aprovechamiento de agua de los miembros de la junta de vigilancia El Elqui
R11	SERNAPESCA fiscaliza el comportamiento del que hacer de los buzos y pescadores
R12	La Corporación Regional de Desarrollo Productivo se articula con el Gobierno Regional para impulsar el desarrollo de los ejes de trabajo de la Corporación.
R13	Las Seremías colaboran, para pequeños productores
R14	Entregan asistencia técnica, apoyo para el mejoramiento de la gestión y conducción de las aguas de riego
R15	Colaboran en las tareas de administración de las aguas de canal en zonas urbanas
R16	Sociedad agrícola del norte financia parte de la actividad de la asociación de canalistas Bellavista
R17	Coordinación entre municipios y Gobierno Regional para la promoción del turismo local
R18	
R19	DGA otorga y fiscaliza el uso de derechos de agua de los miembros de la sociedad agrícola del norte
R20	Los centros de estudios e investigación obtienen recursos del Gobierno Regional a través de fondos concursables

Fuente: Elaboración propia

2.6.2 Brechas de coordinación e información entre actores

Con base en los antecedentes entregados en el apartado anterior, derivado también del trabajo de profundización social desarrollado, se analizan las brechas de información y de coordinación identificadas en la cuenca.

2.6.2.1 Brechas de coordinación

Se identificaron aquellas deficiencias en la coordinación entre servicios públicos, entre servicios públicos y actores privados, o entre privados, que afecten el desarrollo de temas relevantes para la gestión de los recursos hídricos en la cuenca. Se intenta responder a las preguntas: ¿Qué relaciones son deficitarias? ¿Es decir, cuales se podrían mejorar? Las brechas se describieron a nivel de diferencia entre una situación deseada y la situación actual, según se muestra en la Tabla 2-30.

Tabla 2-30. Brechas de Coordinación

Tema	Situación deseada	Situación Actual	Brecha	ID
Resolución de problemas SSR	Existe una coordinación entre gobiernos locales (municipios) y servicios públicos regionales (DOH SSR) que permite abordar en forma planificada el desarrollo de los SSR	Existen problemas en la coordinación entre municipios y DOH SSR, por lo que los municipios acuden a la gobernación para soluciones (recursos camiones aljibe).	Faltan mecanismos de coordinación efectivos para que municipios y DOH SSR aborden la expansión de los SSR con medidas definitivas.	BCOORD 1
Desarrollo territorial (loteos)	El desarrollo de nuevas zonas habitadas en sectores rurales se encuentra claramente definido en normativas nacionales e instrumentos de	Existe una oferta no controlada de parcelaciones, muchas de las cuales se encuentran al margen de la ley, o bien en vacíos de esta. Así mismo, no se dispone de	Faltan mecanismos de fiscalización y control	BCOORD 2

Tema	Situación deseada	Situación Actual	Brecha	ID
	planificación territorial	instrumentos de ordenamiento del territorio rural. Como resultado, esta gran oferta de parcelaciones produce un impacto en el aumento de la demanda de agua		
Ordenamiento territorial (protección turberas y pomponales)	Se cuenta con planes de manejo aprobados y control efectivo para la extracción del musgo pompón	La falta de regulación de la extracción del pompón y su extracción indiscriminada conlleva efectos negativos en la disponibilidad de agua y expone a la población a eventos extremos.	Control y regulación de extracción sustentable	BCOORD 3
Aplicación del PROT	Se cuenta con un Instrumento de ordenamiento territorial operativo que permite determinar los usos preferenciales del territorio.	El gobierno regional no ha sido capaz de poner en práctica el PROT desde que fuera aprobado en 2018	Falta de instrumentos de ordenamiento territorial	BCOORD 4
Plan de respuesta ante riesgos por eventos	Comunidades rurales y urbanas cuentan con un plan para la gestión del riesgo de desastres y	Hay un alto nivel de vulnerabilidad de comunidades rurales y urbanas para hacer frente a la ocurrencia de	Falta de gestión del riesgo de desastres ante eventos extremos	BCOORD 5

Tema	Situación deseada	Situación Actual	Brecha	ID
extremos y climáticos	gobiernos locales cuentan con estrategias para reducir su vulnerabilidad	eventos extremos y asegurar su acceso al agua potable o agua de fuentes de buena calidad.		
Rol de mujeres en comités de SSR	Mujeres a cargo de comités de SSR integran el directorio, resuelven problemas, conflictos, toman decisiones para gestionar la entrega de agua a los usuarios.	La participación de la mujer en la toma de decisiones es deficitaria.	Incrementar/incentivar vinculaciones de mujeres en cargos directivos y su participación	BCOORD 6
Gestión integrada de los recursos hídricos	Se cuenta con instancias validadas de colaboración público privada para la gestión de los recursos hídricos, con objetivos comunes, estrategias de consenso y responsabilidades claras	Las entidades públicas, privadas y de la sociedad no gestionan, articulan o proyectan ni contribuyen en conjunto los desafíos de la gestión sustentable del agua	No se identifican instancias validadas de colaboración público privada para la gestión de los recursos hídricos, con objetivos comunes, estrategias de consenso y responsabilidades claras.	BCOORD 7

Fuente: Elaboración propia

2.6.2.2 Brechas de información

La información es un insumo relevante para la toma de decisiones, así como el seguimiento de los resultados de estas. Intentamos responder a la pregunta: ¿Qué factores limitan una mejor toma de decisiones? A continuación, se presentan las brechas de información identificadas en el territorio, a partir de la diferencia entre la situación deseada y la situación actual, como se muestra en la Tabla 2-31.

Tabla 2-31. Brechas de Información

Tema	Situación deseada	Situación Real	Brecha	ID
Nuevos pozos	Todos los pozos ejecutados en el territorio son informados a la autoridad (DGA)	No se informan los pozos	Existe un número no identificado de pozos en la cuenca	BINF 1
Población en asentamientos no regulares	Se dispone de un catastro de habitantes permanentes o eventuales dentro de todos los asentamientos	La dinámica e informalidad del desarrollo de los nuevos asentamientos no permite dimensionar la cantidad de personas, ni si son de carácter permanentes o eventuales	Existe un desarrollo no controlado de los asentamientos en zonas rurales	BINF 2
Información derechos de aguas	Existe información actualizada de la inscripción de derechos de agua y de agua disponible de acuíferos	No existe una relación coordinación para el traspaso de información entre la DGA, CBR y notarías para contar con información de transacciones e inscripciones de derechos de aguas	El rol informativo no se cumple entre las instituciones	BINF 3
Información de subcuencas	Las comunas cuencas con información hidrogeológica actualizada	Existe carencia de información sobre pequeñas cuencas de agua superficial	Existe un número no identificado de pequeñas subcuencas en el archipiélago	BINF 4
Conservación de bosque nativo	Existe plan de manejo sustentable y controlado	Existe un sistema legal que resguarda los bosques y ecosistemas, pero no es suficiente para asegurar su adecuada conservación ni medir el impacto de la tala y venta clandestina	Faltan mecanismos de gestión para monitorear, controlar y fiscalizar el manejo del bosque	BINF 5
Modificaciones al Código de Aguas (CdA)	La ciudadanía, y particularmente los usuarios, cuentan con plena información sobre las modificaciones al CdA y conocen las acciones a seguir para mantener sus derechos de aprovechamiento de agua	Existe un desconocimiento general por parte de los usuarios respecto de las modificaciones al CdA, así como de las acciones requeridas, los plazos asociados, y las consecuencias de no atenerse al proceso	Faltan mecanismos de comunicación para las modificaciones al Código de Aguas	BINF 6

Fuente: Elaboración propia

3 DEMANDA FÍSICA Y LEGAL

En la cuenca de las Isla Chiloé y Circundantes, y como se revisó en el apartado 2, se identifica una demanda importante en el ámbito del consumo humano, tanto en los espacios urbanos y rurales, así como relevante también es la demanda de recursos respecto los ecosistemas terrestres y acuáticos. Le siguen las actividades pecuarias y agrícolas, sumando también el uso relacionado con la salmonicultura.

Con esto, en este apartado se hace revisión y análisis sobre la de demanda de recursos hídricos en los diversos ámbitos o ejes analizados.

3.1 Demanda para Uso Humano

La demanda para consumo humano está definida por el abastecimiento a todos los habitantes de las Cuencas de las Islas Chiloé y Circundantes ya sea por una empresa sanitaria, un SSR o una solución individual. Como se ha indicado en la sección 2.4. Infraestructura Hídrica, la empresa sanitaria ESSAL abastece a las localidades de Castro, Chonchi, Achao, Ancud, Quellón, y Dalcahue. Por otra parte, el sector rural es abastecido principalmente por 104 Servicios Sanitarios Rurales (Anexo F1 SSR). En el Anexo F Aspectos Metodológicos (sección 2.1 y 2.2) se presenta la metodología para la estimación de la demanda para consumo humano actual, histórica y proyectada.

3.1.1 Demanda actual

En las Cuencas de las Islas Chiloé y Circundantes la demanda actual para el consumo humano en el sector urbano es de 5,70 hm³/año con una producción de 8,36 hm³/año (demanda bruta) (ESSAL, 2016). En el sector rural, el consumo es igual a 3,13 hm³/año, con una producción igual a 4,47 hm³/año según datos ofrecidos por la DOH (2021).

Tabla 3-1 Demanda para consumo humano por SSR. Periodo actual (año 2021)

Comuna	Beneficiarios/as	Consumo (hm ³ /año)	Producción (hm ³ /año)
Ancud	9.630	0,53	0,75
Castro	13.964	0,76	1,09
Chonchi	6.924	0,38	0,54
Curaco de Vélez	2.994	0,16	0,23
Dalcahue	4.129	0,23	0,32
Puqueldón	2.815	0,15	0,22
Queilén	4.933	0,27	0,39
Quellón	6.601	0,36	0,52
Quemchi	1.178	0,06	0,09
Quinchao	3.986	0,22	0,31
Total	57.154	3,13	4,47

Nota: Dotación rural 150l/hab/día

Fuente: Anexo F1 SSR (DOH, 2021)

La Tabla 3-1 y Tabla 3-2 presentan la demanda para consumo humano en sectores rurales y urbanos respectivamente. El consumo total para consumo humano es igual a **8,83 hm³/año** para una producción igual a **12,83 hm³/año**. Dicha demanda se concentra en los centros urbanos de Castro y Ancud.

Tabla 3-2 Demanda para consumo humano por Sector Urbano (APU). Periodo actual (año 2021)

Localidad	Población*	Dotación l/habitante/día	Consumo hm ³ /año	Producción hm ³ /año
Castro	36.603	154	2,06	2,97
Chonchi	3.726	283	0,38	0,53
Achao	3.198	147	0,17	0,23
Ancud	30.053	160	1,75	2,63
Quellón	24.985	105	0,96	1,45
Dalcahue	4.369	226	0,36	0,54
Total	102.934		5,70	8,36

*Incluye población por artículo 52 BIS

Fuente: ESSAL (2016)

3.1.2 Demanda histórica y proyectada

La demanda de agua para consumo humano está directamente relacionada con la variación poblacional (Fundación Chile, 2018). De acuerdo con información entregada en los Planes de desarrollo de la empresa sanitaria (ESSAL, 2016), en esta cuenca la población urbana ha tenido un aumento sostenido en el tiempo. Por otro lado, el consumo de agua rural y el crecimiento de población está relacionado con el aumento de las segunda vivienda y parcelación.

La Tabla 3-3 y Tabla 3-4 muestra la demanda histórica y proyectada para consumo humano, para el sector rural y urbano (APU) respectivamente.

Manteniendo la tendencia poblacional rural, según el INE, la población en los sectores rurales es decreciente, por lo tanto, a nivel de estimación de la demanda base se ha considerado un leve aumento de la población (0,1%). En el escenario de un aumento de la población de 1% anual, la producción aumentaría a 6,62 hm³/año al 2060, generando una diferencia entre el periodo actual de 2,15 hm³/año (48%).

Tabla 3-3 Demanda para consumo humano, sector rural, por comuna. Periodo histórico (1990-2021) y proyectado (2060)

Comuna	Histórico		Proyectado	
	Consumo hm ³ /año	Producción hm ³ /año	Consumo hm ³ /año	Producción hm ³ /año
Ancud	0,42	0,58	0,78	1,11
Castro	0,59	0,81	1,13	1,62
Chonchi	0,27	0,37	0,56	0,80
Curaco de Vélez	0,09	0,12	0,24	0,35
Dalcahue	0,18	0,25	0,33	0,48
Puqueldón	0,15	0,22	0,23	0,33
Queilén	0,17	0,21	0,40	0,57
Quellón	0,26	0,35	0,53	0,76
Quemchi	0,04	0,05	0,10	0,14
Quinchao	0,12	0,15	0,32	0,46
Total	2,30	3,11	4,63	6,62

Fuente: (DOH, 2021)

Tabla 3-4 Demanda para consumo humano por Sector Urbano (APU). Periodo histórico (1990-2020) y proyectado (2060)

Localidad	Histórico		Proyectado	
	Consumo hm ³ /año	Producción hm ³ /año	Consumo hm ³ /año	Producción hm ³ /año
Castro	1,62	2,20	2,90	4,18
Chonchi	0,38	0,52	0,39	0,54
Achao	0,26	0,33	0,27	0,36
Ancud	1,03	1,55	2,95	4,43
Quellón	0,57	0,87	1,59	2,41
Dalcahue	0,36	0,53	0,37	0,55
Total	4,22	6,00	8,47	12,47

Fuente: Elaboración propia en base a Planes de Desarrollo (ESSAL 2016)

El sector urbano aumentaría 1,3% anual equivalente a 5,73 hm³/año (49% respecto del valor actual). El consumo en ambos sectores se mantiene la misma tendencia que la producción, ya que se no se ha variado las pérdidas en el tiempo. En esta tendencia es de especial relevancia considerar la presencia de grandes ciudades más pobladas.

Los datos de tasa de variación de población y metodología de estimación de la demanda futura se encuentran en anexo F, secciones 1 y 2.

3.1.3 Eficiencia de uso

En relación con el agua potable en el sector urbano (APU), la pérdida por ineficiencia se define como la suma del agua perdida desde la captación hasta la facturación (SISS,

2019). Por lo tanto, se trata del conjunto de pérdidas relacionadas con el estado de la infraestructura, sumando también la pérdida comercial.

En los últimos años, los sistemas urbanos registran una **pérdida promedio de un 32%**, y presenta una **tendencia levemente decreciente**. En la Tabla 3-5 se presenta las pérdidas por localidad.

Tabla 3-5 Agua no facturadas en APU. Pérdidas por producción y distribución

Localidad	Pérdidas Aguas No Facturadas (ANF)
Castro	30,6%
Chonchi	28,0%
Achao	26,4%
Ancud	33,3%
Quellón	33,9%
Dalcahue	33,1%

Fuente: (ESSAL 2016)

En el sector rural no existen datos oficiales sobre las pérdidas en distribución y producción, esto se considerará como brecha de información para en el desarrollo del presente plan. Para aspectos de cálculo del consumo y producción se consideró un promedio de 20% de pérdidas, entre pérdidas en la producción y pérdidas en la distribución.

3.1.4 Demanda legal

La demanda legal para consumo humano en el sector urbano es de 64,71 hm³/año inferior a la demanda física estimada.

Tabla 3-6 Demanda legal para consumo humano en el sector urbano

Localidad	Derechos otorgados	
	l/s	hm ³ /año
Castro	930	29,33
Chonchi	138,9	4,38
Achao	86	2,71
Ancud	455	14,35
Quellón	240	7,57
Dalcahue	202	6,37
Total	2.052	64,71

Fuente: Elaboración propia en base a Planes de Desarrollo (ESSAL 2016)



3.2 Necesidades Mínimas Ambientales

Las demandas ambientales pueden asociarse tanto a los ecosistemas terrestres como a los ecosistemas acuáticos de la cuenca. El caudal ambiental tiene varias determinaciones, dependiendo de los aspectos que son incluidos dentro de a la definición. En este caso la Guía metodológica para determinar el caudal ambiental para centrales Hidroeléctricas en el SEIA (SEIA, 2016), toma la definición de Brisbane realizada en el año 2007 como “los caudales ambientales son los flujos de agua, el momento de su aplicación y la calidad de las aguas precisos para mantener los ecosistemas de agua dulce y de los estuarios, así como los medios de subsistencia y bienestar de las personas que dependen del ecosistema”. Por lo tanto, el caudal ambiental toma un término diferente al Caudal Ecológico mínimo, establecido de acuerdo con el Decreto supremo N°14, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba el Reglamento para la Determinación del Caudal Ecológico Mínimo, y modificado por el Decreto Supremo N° 71, de 2014.

En este capítulo se busca levantar o determinar los caudales ecológico-mínimos en zonas de control, y la determinación de caudales ambientales según las zonas protegidas existentes.

3.2.1 Sistemas protegidos

Desde el punto de vista de los ecosistemas terrestres, la demanda corresponde a las aguas empleadas por la vegetación y los animales para sus procesos biológicos, crecimiento, alimentación y reproducción. En este sentido, la demanda ambiental corresponde al conjunto de la evapotranspiración potencial de las masas de vegetación natural existentes en la cuenca, la cual se descuenta desde la precipitación ocurrida en el territorio.

Desde el punto de vista de los ecosistemas acuáticos, la demanda ambiental corresponde a la necesidad de mantener los hábitats acuáticos en temas de cantidad y calidad de las aguas, de manera tal que se asegure la continuidad de estos.

A nivel de cuenca no existe una estimación de los caudales ecológicos, pero en este caso se pueden suponer como un porcentaje de los caudales medios según se emplea para la determinación del caudal pasante mínimo en los procesos de evaluación de impacto ambiental.

Se considera como puntos con necesidades mínimas ambientales los asociados a Parques Nacionales y Sitios Prioritarios (Estrategia Regional de Biodiversidad). Según sección 2.3 se han definido las siguientes áreas:

- Parque Nacional Chiloé
- Monumento Natural Islotes de Puñihuil

- Santuario de la Naturaleza
 - Humedales de la cuenca de Chepu
 - Alerzales existentes en el Fundo Potrero
 - Isla Kaikué-Lagartija²⁰
 - Santuario Aucar
 - Río Pulpito
 - Laguna Quilo
 - Punta Lapa
- Bien Nacional Protegido Fundo Putrihuén
- Bien Nacional Protegido Islas Quilán
- **Sitios Prioritarios** (Estrategia Regional de Biodiversidad): Guabún, Caulín, Cuenca del río Chepu, Ampliación PN Chiloé, Lliunco de la Montaña, Chaiguata.

También, y de acuerdo con los antecedentes entregados en el apartado 2.1.1.3 cobra importancia los pomponales y turberas, en cuanto su participación en el uso de suelo total, y la incidencia en el ciclo hidrológico como acumuladores de agua.

3.2.2 Caudal ecológico

La metodología de cálculo de caudal ecológico mínimo se presenta en el Anexo F, sección 5.3. Para la zona de estudio se calculó dos caudales ecológicos mínimos en las estaciones fluviométricas existentes (Tabla 3-7).

Tabla 3-7 Caudal ecológico mínimo. Estaciones Río grande en San Pedro y Río Vilcún en Belbén

Estación	Caudal mensual (m ³ /s)						Volumen Anual (Hm ³ /año)
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	
Río Grande en San Pedro	2,61	5,21	5,21	5,21	5,21	4,66	
Río Vilcún en Belbén	1,24	2,48	2,48	2,48	2,48	2,46	
Estación	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Volumen Anual (Hm ³ /año)
Río Grande en San Pedro	2,61	2,65	2,61	2,61	2,61	2,61	
Río Vilcún en Belbén	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	55,54

Fuente: Elaboración propia en bases a DGA -Información Oficial Hidrometeorológica y de Calidad de Aguas en Línea (2021)

²⁰ Ministerio de Bienes Nacional
https://www.monumentos.gob.cl/sites/default/files/decretos/sn_01667_2017_dmma33.pdf

3.3 Demanda Agrícola bajo riego

Para el cálculo de la demanda agrícola se consideran los antecedentes de la sección 2.1.3.3.3 Actividad agropecuaria. Se definen 10.266 ha de superficie bajo riego, según los grupos de cultivos indicados en dicha sección. En el Anexo F Aspectos Metodológicos (sección 3.2) se presentan las consideraciones adoptadas para la estimación de la demanda hídrica para agricultura. La demanda agrícola bajo riego se define según los siguientes conceptos:

La **demanda neta para riego (DN)**, definida como el volumen de agua necesaria para compensar el déficit de evaporación (transpiración del cultivo y evaporación del suelo), derivado de precipitaciones que no son suficientes para compensar la pérdida o déficit. Es decir, el volumen necesario para compensar el déficit entre demanda hídrica de la planta (Evapotranspiración potencial) y la precipitación efectiva durante un periodo de crecimiento del cultivo (FAO, 2006).

$$DN \text{ riego} \left(\frac{hm^3}{mes} \right) = \left((ET_0 \left(\frac{mm}{mes} \right) * KC) - PP_{efectiva} \left(\frac{mm}{mes} \right) * Superficie(ha) \right) \times \frac{1}{10^5}$$

Donde:

DN Riego (hm³/mes), Demanda neta de riego

ET₀ (mm/mes), Evapotranspiración potencial

Kc (adimensional) coeficiente de cultivo

PP efectiva (mm/mes), Precipitación efectiva

Superficie (ha), área bajo riego del tipo de cultivo

La DN riego no considera las pérdidas por sistema de riego ni pérdidas por conducción. Por lo tanto, se define **Demanda Bruta de riego (DB)** como volumen necesario para satisfacer el cultivo según el método de riego (ver Tabla 3-9). Parte del volumen se infiltra parcialmente, mientras que lo restante escurre por flujo subsuperficial.

A continuación, se detalla un resumen de los resultados para la demanda actual, histórica y proyectada.

3.3.1 Demanda actual

Según estas consideraciones, la Tabla 3-8 presenta la DN y DB de la superficie bajo riego según el Kc (Tabla 3-9) en el territorio.

Tabla 3-8 Demanda para agricultura bajo riego. Periodo actual (promedio últimos 5 años, 2017-2021)

BNA	Subcuenca	Superficie Riego (ha)	DN (m³/año)	DB (m³/año)
1090	Isla Chiloé	42,37	275.390	550.780
1091	Islas al Este de Quenchi	0,88	5.692	11.385
1092	Islas entre Punta Chillidque y Punta Ahoni	7,99	51.922	103.845
1093	Isla Tranqui	0,31	1.991	3.983
1094	Islas frente a Quellón	0,59	3.818	7.635
1095	Islas al Sur de Chiloé	0,00	9	19
1096	Isla Guafo	0,00	-	-
Total		52,13	338.823	677.646

Fuente: Elaboración propia en base a (INE, 2007)

Para la estimación de la Demanda Neta (DN) se tomó como referencia una demanda neta base de 6.500 m³/ha/año, y se consideró una eficiencia de riego del 50% (según los métodos de riego identificados), lo que da una Demanda Bruta de 677.646 m³/año.

Esta estimación es referencial y representa la demanda bruta máxima para un escenario sin precipitaciones. En la práctica, la demanda neta está determinada por las precipitaciones estacionales, pudiendo, en algunos casos, llegar a cubrir casi el 100% de las necesidades de riego, por lo que en la evaluación con las precipitaciones históricas tiende a ser cero.

En la Tabla 3-9 se presenta en complemento los coeficientes de cultivo estimados para la región de Los Lagos.

Tabla 3-9 Coeficiente de cultivo (Kc) Región de los Lagos

Resumen por grupo de cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
(1) CER: + (2) FOA	0,84	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,83	1,20	1,20
(3) FOP	0,80	0,85	0,95	0,95	0,95	0,95	0,90	0,00	0,00	0,40	0,40	0,70
(4) HOR + (5) FLO:(6) SEM	0,35	0,37	0,49	0,58	0,60	0,50	0,31	0,13	0,04	0,11	0,24	0,35
(7) VIÑ + (8) PAR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
(9) FR	0,68	0,45	0,13	0,10	0,08	0,00	0,00	0,29	0,43	0,62	0,74	0,76
(10) PME	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,00	0,00	0,30	0,50	0,65	0,70	0,75
(11) PNA	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,00	0,00	0,30	0,50	0,65	0,70	0,75
(12) BAR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

CER: Cerl, Leg, Tub y CI + (2) FOA: Forraj An

(3) FOP: Forrajeras Permanentes (4) HOR: Hortalizas + (5) FLO: Flores + (6) SEM: Semilleros. (4) HOR: Hortalizas + (5) FLO: Flores + (6) SEM: Semilleros.
(7) VIÑ: Viñas + (8) PAR: Parronales

Fuente: Coeficientes de cultivo (Kc) de Boletín Nº 56 para la determinación de las necesidades de agua de riego (FAO, 2006)

3.3.2 Demanda proyectada

La demanda proyectada corresponde a la Demanda Bruta total determinada en el numeral anterior, dada la menor probabilidad de precipitaciones (0,68 hm³ al año).

De todas maneras, cabe destacar que a estas áreas sí se le aplican variaciones en el escenario de gestión E1: Cambio de uso de suelo (sólo en este escenario) dado que el objetivo de este escenario es evaluar la respuesta de la cuenca ante cambios hipotéticos en los usos de suelo.

3.3.3 Eficiencia de riego

Una componente clave en el aumento de la superficie regada la constituye el aumento de la eficiencia en el uso de agua de riego, la que considera tanto las obras de captación y conducción del recurso, como la tecnificación del riego intrapredial. Sin embargo, como se ha indicado en la sección 2.1.3.3.2 Actividad agropecuaria la zona de estudio no presenta un desarrollo agrícola bajo riego. Los datos del censo reflejan que las zonas con cultivos bajo riego utilizan métodos de riego tradicionales.

3.3.4 Demanda de Agrícola de secano

La superficie agrícola de cultivos de secano es aquella superficie que está bajo un cultivo que no requiere o no tiene riego asociado dentro del Censo Agropecuario (INE, 2007). Los tipos de cultivos considerados son:

- Cultivos y Forrajeras Anuales (Superficie Física), en secano (ha).
- Forrajeras Permanentes, en secano (ha).
- Hortalizas, Flores y Semilleros (Superficie Física), en secano (ha).
- Viñas (Tintas y Blancas), en secano (ha).
- Frutales (en producción), no regados (ha).
- Praderas Mejoradas (ha).
- Praderas Naturales (ha).
- Barbechos y Descansos (ha)

El cálculo para la demanda agrícola de secano considera un volumen bruto según el requerimiento hídrico de la planta (demanda hídrica). Por lo tanto, considera el agua que necesita la planta previa a la precipitación efectiva. A diferencia de la estimación del punto anterior, la demanda agrícola para secano indica la necesidad natural de la planta y la demanda agrícola bajo riego es lo que necesita la planta post precipitación efectiva.

La demanda hídrica es obtenida a partir de la multiplicación entre la evapotranspiración de referencia y el coeficiente de cultivo para cada grupo de cultivos, obteniéndose un

resultado en mm/mes, el cual finalmente lo expresaremos en m³/ha. Este procedimiento se hace para cada mes, año y grupo de cultivo.

$$ETc \left(\frac{mm}{mes} \right) = ETo \left(\frac{mm}{mes} \right) \times Kc$$

$$ETc \left(\frac{m^3}{ha \text{ mensual}} \right) = ETc \left(\frac{L}{m^2} \right) \times \frac{10.000}{1.000}$$

Donde:

ETc= Evapotranspiración de cultivo

ETo= Evapotranspiración de referencia

Kc= Coeficiente de cultivo (Tabla 3-9)

En la Tabla 3-10 se presenta la demanda hídrica para la superficie de secano.

Tabla 3-10 Demanda para agricultura bajo riego (hm³/año). Periodo histórico, actual y proyectado

BNA	Subcuenca	Superficie (DGA, 2017)	Histórico (hm ³ /año)	Actual (hm ³ /año)	Proyectado (hm ³ /año)
1090	Isla Chiloé	110.758	470,39	458,28	429,70
1091	Islas al Este de Quenchi	4.273	19,08	18,55	15,89
1092	Islas entre Punta Chillidque y Punta Ahoni	22.285	247,58	260,58	341,12
1093	Isla Tranqui	190	0,06	0,40	0,80
1094	Islas frente a Quellón	387	6,19	5,39	4,52
1095	Islas al Sur de Chiloé	0	0,01	0,00	0,00
1096	Isla Guafo	2.699	10,19	10,40	5,53
	Total	140.592	753,50	753,60	797,56

Fuente: Elaboración propia en base a (DGA, 2017)

3.3.5 Demanda legal

A continuación, se presenta el volumen otorgado para uso de riego según Derechos de aprovechamiento de aguas registrados en DGA, de acuerdo con lo contemplado en el artículo 122 del Código de Aguas. La diferencia entre la demanda física y legal es atribuible a los derechos sin atribución de uso.

Tabla 3-11 Demanda legal para agricultura (hm³/año)

Uso	Consuntivo					No consuntivo		
	Subterráneas		Superficiales		Subtotal	Superficiales		
	Per.	Event.	Per.	Event.		Per.	Event.	Subtotal
Riego	0,33	0,00	23,81	11,90	36,03	0,00	0,00	0,00

Fuente: Derechos Otorgados, Dirección General de Aguas (2021)

3.4 Demanda pecuaria

La demanda pecuaria se refiere al consumo directo del ganado, así como del agua que se utiliza directamente para la mantención de proceso e instalaciones.

3.4.1 Demanda actual

La demanda de agua proveniente de actividades económicas ligadas al rubro pecuario representa un total de 2,39 hm³/año para las Cuencas de las Islas Chiloé y Circundantes, según proyecciones realizadas en base al Censo 2007. De este total, la mayoría forma parte de la producción bovina, seguida de producción porcina en este territorio, tal como es posible ver en la Tabla 3-12.

Entre las subcuencas que mayor cantidad de agua demandan, se encuentra en Isla de Chiloé (BNA 1090) con un 73% de la demanda seguido de Isla a Este de Quenchi (BNA 1091) con 22% de la demanda total.

Tabla 3-12 Demanda hídrica pecuaria según tipo de ganado y sectores

Tipo de ganado	Nº Cabezas 2021	Demanda Hídrica 2020 (hm ³ /año)
Bovino	95.492	1,89
Ovino	76.559	0,05
Caprino	0	0,00
Aves (Pollos, Gallinas, otros)	199.535	0,03
Porcino	20.331	0,30
Equino	3.449	0,12
Camélido	626	0,00
Otros	1.817	0,01
Total	397.809	2,39

Fuente: DGA (2017) en base INE 2007

3.4.2 Demanda histórica y proyectada

La demanda pecuaria, según la tendencia del Censo Agropecuario del 2007 mantiene un descenso en las cabezas de algunas especies, y en lo global la demanda se reduce en 0,82 hm³/año en 2060 respecto al dato de 2021.

**Tabla 3-13 Demanda hídrica pecuaria según tipo de ganado y sectores.
Periodo proyectado**

Tipo de ganado	Nº Cabezas 2021	Demanda Hídrica 2021 (hm ³ /año)	Demanda Hídrica 2060 (hm ³ /año)
Bovino	95.492	1,89	1,18
Ovino	76.559	0,05	0,01
Caprino	0	0,00	0,03
Aves (Pollos, Gallinas, otros)	199.535	0,03	0,20
Porcino	20.331	0,30	0,20
Equino	3.449	0,12	0,12
Camélido	626	0,00	0,00
Otros	1.817	0,01	0,03
Total	397.809	2,39	1,57

Fuente: DGA (2017) en base INE 2007

3.4.3 Demanda legal

A continuación, se presenta el volumen otorgado para uso de pecuario según Derechos de aprovechamiento de aguas registrados en DGA, de acuerdo con lo contemplado en el artículo 122 del Código de Aguas.

Tabla 3-14 Demanda legal pecuaria (hm³/año)

Uso	Consuntivo					No consuntivo		
	Subterráneas		Superficiales		Subtotal	Superficiales		
	Per.	Event.	Per.	Event.		Per.	Event.	Subtotal
Pecuaria	0,04	0,00	2,40	0,76	3,20	0,00	0,00	0,00

Fuente: Derechos Otorgados, Dirección General de Aguas (2021)

3.5 Demanda Industrial

La demanda industrial de agua consiste en el agua requerida para mantención de procesos e instalaciones, así como aquella que se incorpora directamente al producto.

3.5.1 Demanda actual

En las Cuencas de las Islas Chiloé y Circundantes la demanda industrial se abastece por suministros propios separados a la red de abastecimiento de la empresa sanitaria que opera en dicho territorio. La Tabla 3-15 presenta la demanda actual y proyectada de las industrias.

Tabla 3-15 Demanda industrial Periodo actual (2022-2052)

Razón Social	Planta	Cod Subcuenca	Demanda actual hm ³ /año
Campomar Spa	Campomar S.A	1090	0,00
Salmones Aucar Limitada	Salmones Aucar	1090	0,55
Mainstream Chile S A	Planta Quemchi Prosal	1090	0,18
Exportadora Los Fiordos Limitada	Planta de Proceso Quellón	1090	0,72
Salmones Pacific Star S A	Planta de Proceso	1090	0,22
Salmones Cailin S.A.	Planta Proceso Cailin	1090	0,13
Rio Dulce S A	Rio Dulce S.A.	1090	0,12
Pesquera Deep Sea Food S A	Pesquera Deep Sea Food	1090	0,05
Yadran Quellón S A	Yadran Quellón (2)	1090	0,31
Surproceso S.A.	Surproceso S.A.	1090	0,18
Blue Shell S A	Blue Shell S.A.	1090	0,66
Soc Comercial E Industrial Agromar Limitada	Pesquera Agromar	1090	0,02
Procesadora Huenocoihue Spa	Planta Proceso Huenocoihue	1090	0,07
Cermaq Chile S.A.	Planta Dalcahue	1090	0,08
Toralla Sociedad Anonima	Toralla S.A.	1090	0,27
Salmones Antartica S A	Salmones Antártica S.A.	1090	0,09
Antarfood S A	Planta Proceso Antarfood	1090	0,15
Salmoprocesos S A	Salmoprocesos S.A.	1090	8,66
Procesadora Huenocoihue Spa	Planta Guafo	1090	0,03
St Andrews Smoky Delicacies S A	St Andrews	1090	0,34
Pesca Y Cultivos Don Jorge Ltda	Pesca Y Cultivos Don Jorge Ltda	1090	0,01
Camanchaca Cultivos Sur S.A.	Rauco	1090	0,95
Soc Pesquera Silgar Limitada	Sociedad Pesquera Silgar Limitada.	1090	0,00
Cermaq Chile S.A.	Planta Ancud	1090	0,24
Inmuebles Cataluna Limitada	Inmuebles Catalunya Ltda.	1090	0,02
Algas Marinas S A Algamar	Algamar Planta Ancud	1090	0,00



Razón Social	Planta	Cod Subcuenca	Demanda actual hm ³ /año
Cultivos Marinos Chiloé Ltda.	Cultivos Marinos Chiloé (Tocoihue)	1090	7,17
Aquachile S.A.	Aquachile (Pisc. Aucar)	1090	4,10
Compañía Salmonifera Dalcahue Ltda	Salmonifera Dalcahue Ltda. (Pisc. Quillaico, Dalcahue)	1090	4,39
Salmones Antartica S.A.	Salmones Antartica S.A. (Pisc. Curaco)	1092	3,56
Taller de Redes Abel Cárdenas Gallardo	Taller De Redes Abel Cárdenas Gallardo (Lavado, Reparación y Confección de Redes)	1092	0,01
Salmones Antartica S.A.	Salmones Antartica S.A. (Pisc. Astillero)	1090	0,04
Invermar S.A.	Invermar S.A. (Pisc. Rio Claro, Dalcahue)	1090	3,86
Sociedad Najar Ltda.	Sociedad Najar Ltda. (Dalcahue)	1090	0,01
Salmones Antartica S.A.	Salmones Antartica S.A. (Pisc. Rio Alcaldeo)	1090	0,04
Alimentos Técnicos S.A.	Alitec S.A.	1090	0,04
Sociedad Ferrando Y Suarez Ltda.	Sociedad Ferrando Y Suarez Ltda.	1090	0,05
Invertec Seafood S.A.	Invertec Seafood S.A. (Castro)	1090	0,00
Salmones Tecmar S.A.	Salmones Tecmar (Chonchi)	1090	0,03
Aqua Chiloé Ltda.	Aqua Chiloé Ltda.	1090	0,00
Sociedad Agrolácteos De Chiloé S.A.	Sociedad Agrolacteos De Chiloé S.A. (Ex Chilolac)	1090	0,01
Salmones Tecmar S.A.	Salmones Tecmar (Pisc. Rio Trainel)	1090	13,84
Total			51,19

Fuente: RETC (2021)

3.5.2 Demanda histórica y proyectada

Según la estimación para uso industrial DGA (2017) las Cuencas de las Islas Chiloé y circundantes tendrán una demanda de 58,43 hm³/año promedio para 2051-2060 (Ilustración 3-1).

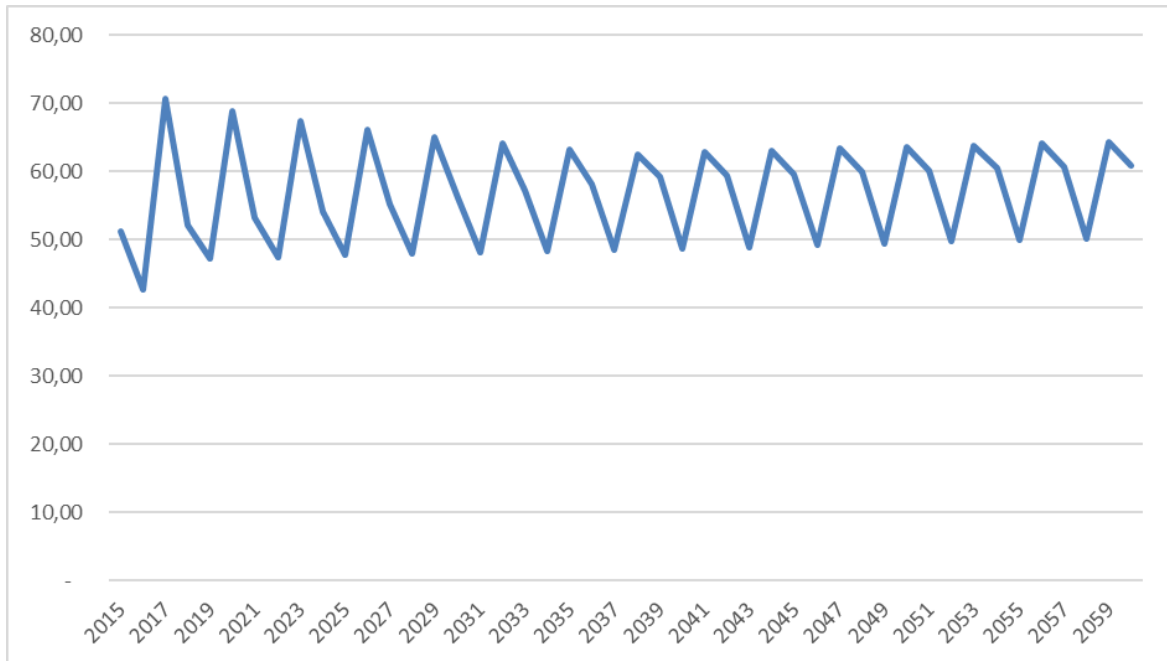


Ilustración 3-1 Estimación de la demanda de uso industrial (2015-2060)

Fuente: RETC (2021) y DGA (2017)

3.5.3 Demanda legal

En la Tabla 3-16 se presenta el volumen otorgado para uso de industrial según Derechos de aprovechamiento de aguas registrados en DGA, de acuerdo con lo contemplado en el artículo 122 del Código de Aguas.

Tabla 3-16 Demanda legal industrial (hm³/año)

Industria	Consuntivo					No consuntivo		
	Subterráneas		Superficiales		Subtotal	Superficiales		
	Per.	Event.	Per.	Event.		Per.	Event.	Subtotal
Acuicultura	16,58	0,00	223,55	6,99	247,11	874,38	176,71	874,38
Agroindustria	3,45	0,00	26,98	8,88	39,32	0,06	0,00	0,06
Otra industria	7,56	0,00	6,51	5,73	19,80	0,00	0,00	0,00
Total	27,59	0,00	257,05	21,60	306,23	874,44	176,71	874,44

Fuente: Derechos Otorgados, Dirección General de Aguas (2021)

3.6 Demanda forestal

3.6.1 Demanda actual

En la región de Los Lagos fueron catastradas 1.782.921 ha de bosque nativo, mas 96.559 ha plantaciones forestales y 28.548 de humedales (INE, 2007).

Se consideró como fuente metodológica la utilizada dentro de estudio DGA (2017) donde se toma como fuente de información de superficie el Catastro de Uso de Suelos y Vegetacional de CONAF y el modelo de Zhag (2001). La metodología se detalla en el anexo F, Sección 2.7.

En Tabla 3-17 se presenta la demanda forestal productiva y no productiva para las Cuencas de las Islas Chiloé y Circundantes.

Tabla 3-17 Demanda forestal productivo y no productivo (hm³/año). Periodo actual

BNA	Subcuenca	Superficie forestal ha	Superficie bosque no productivo ha	Demanda uso productivo hm ³ /año	Demanda uso no productivo hm ³ /año	Demanda total hm ³ /año
1090	Isla Chiloé	543	404394	66,77	4.921,32	4.988,09
1091	Islas al Este de Quenchi	3	2929	0,04	34,75	34,79
1092	Islas entre Punta Chillidque y Punta Ahoni	31	11015	0,39	142,06	142,46
1093	Isla Tranqui	1	5953	0,01	67,57	67,58
1094	Islas frente a Quellón	0	5150	-	64,28	64,28
1095	Islas al Sur de Chiloé	0	170	-	1,95	1,95
1096	Isla Guafo	578	288	-	3,31	3,31
			404.394	67,21	5.235,25	5.302,46

Fuente: Elaboración propia en base a (DGA, 2017)

3.6.2 Demanda histórica y proyectada

Ante la falta de información sobre la evolución de la demanda de agua para el sector forestal, se supone que la superficie de plantaciones forestales se mantiene constante en el tiempo. De todas maneras, cabe destacar que a estas áreas sí se le aplican variaciones en el escenario de gestión E1: Cambio de uso de suelo (sólo en este escenario) dado que el objetivo de este escenario es evaluar la respuesta de la cuenca ante cambios hipotéticos en los usos de suelo.

3.6.3 Demanda legal

En Tabla 3-18 se presenta el volumen otorgado para uso de uso forestal según Derechos de aprovechamiento de aguas registrados en DGA, de acuerdo con lo contemplado en el artículo 122 del Código de Aguas.

Tabla 3-18 Demanda legal industrial (hm³/año)

Industria	Consuntivo					No consuntivo		
	Subterráneas		Superficiales		Subtotal	Superficiales		
	Per.	Event.	Per.	Event.		Per.	Event.	Subtotal
Forestal	0,00	0,00	1.547,72	0,00	1.547,72	28,42	3,09	28,42

Fuente: Derechos Otorgados, Dirección General de Aguas (2021)

3.7 Otras demandas

3.7.1.1 Turismo

Por resolución del Ministerio de Economía, Fomento y turismo del 12 de agosto de 2019, se declara Zona de Interés Turístico (ZOIT) "Archipiélago de Chiloé" al territorio conformado por las comunas Ancud, Castro, Chonchi, Curaco de Vélez, Dalcahue, Puqueldón, Queilén, Quellón, Quemchi, Quinchao, cuyos límites están determinados por los puntos y vértices que delimitan el polígono de la ZOIT, según detalle contenido en Anexo N° 1, denominado "Coordenadas ZOIT Archipiélago de Chiloé".

En este sentido, dentro de los objetivos de la declaración es convertir al destino Archipiélago de Chiloé, en una zona de interés turístico (ZOIT) donde se establezca un modelo de gestión de destino turístico, que tenga base en la asociatividad, identidad natural y cultural, sostenibilidad, participación y representatividad.

Dicho atractivo no está directamente relacionado a una demanda de agua, sin embargo, se considera que el aumento de turismo puede generar el aumento de población flotante y por lo tanto necesidades de abastecimiento de agua y saneamiento.

El informe DGA SIT 419 (DGA, 2017b) dentro de sus resultados busca la determinación de caudales asociados al uso turístico (directo e indirecto). En la zona de estudio valoró el caudal asociado en la estación Río Grande en San Pedro (10904001-0) con los siguientes resultados de reserva turística (Tabla 3-19).

Tabla 3-19 Caudal de reserva turística. Estación Río Grande en San Pedro

Caudal de reserva turística (m ³ /s)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
10	10	12	22	44	51	51	48	30	24	17	17	27

Fuente: (DGA, 2017b)

3.7.1.2 Minería

En las Cuencas de las Islas Chiloé y Circundantes no existe actividades mineras a excepción de la actividad vinculada con la extracción de turberas, sin embargo, esta no genera demanda hídrica, sin perjuicio de la potencial afectación del ciclo hidrológico local. Por lo tanto, no se define demanda de agua para uso minero a nivel del presente estudio.

3.7.1.3 Hidroeléctrica

Se identificó la central hidroeléctrica Piruquina, en el Río Grande. Si bien cuenta con Resolución de Calificación Ambiental favorable obtenida en el año 2009, no se informa el inicio efectivo de las obras.

No se tuvo información de otros proyectos o centrales en operación en el archipiélago de Chiloé, sin embargo, respecto a la demanda legal se registran los siguientes derechos (Tabla 3-20)

Tabla 3-20 Demanda legal uso hidroeléctrico

Titular	Fuente	Comuna	Promedio anual per. (l/s)	Promedio anual event. (l/s)
Empresa Nacional de Electricidad S.A.	Carihueico	Dalcahue	17.050	13.150
Energías Pudidi SpA	Estero San Pedro	Dalcahue	0	272
Energías Pudidi S.A.	Estero San Pedro	Castro	391	865

Fuente: Derechos Otorgados, Dirección General de Aguas (2021)

3.8 Síntesis de la demanda

En la Tabla 3-21 se resumen las demandas hídricas en las Cuencas de las Islas Chiloé y Circundantes.

Tabla 3-21 Demanda total Periodo actual y proyectado (2060)

Demanda	No consuntiva	Consuntiva	
		Actual	Proyectada
Consumo humano ⁽¹⁾	--	12,83	16,96
Necesidades mínimas ambientales	S/I	--	--
Agricultura Riego ⁽²⁾	--	0,68	0,68
Agricultura Secano	753,50	--	--
Pecuaria		2,39	1,57
Forestal	5.302,46	--	--
Minera	S/I	0,00	0,00
Industrial	S/I	51,19	58,53
Total	6.055,96	67,09	77,74

(1) Demanda para consumo humano (Bruta) y (2) Demanda para consumo agrícola bajo riego bruta

Fuente: Elaboración propia

4 OFERTA HÍDRICA

La oferta de agua está determinada por la naturaleza superficial y subterránea de los recursos hídricos. A continuación, se presenta una descripción de las fuentes existentes, la oferta determinada con el modelo hidrológico y el modelo hidrogeológico conceptual, junto con el estado de la calidad de las aguas según los antecedentes recopilados. El cálculo preciso de los valores se realizará a partir de los resultados del modelo WEAP, de las campañas de terreno e información existente utilizando como volumen de control las cuencas DARH en el caso de los resultados superficiales y los SHAC en el caso de los resultados subterráneos.

4.1 Aguas Superficiales

4.1.1 Hidrología

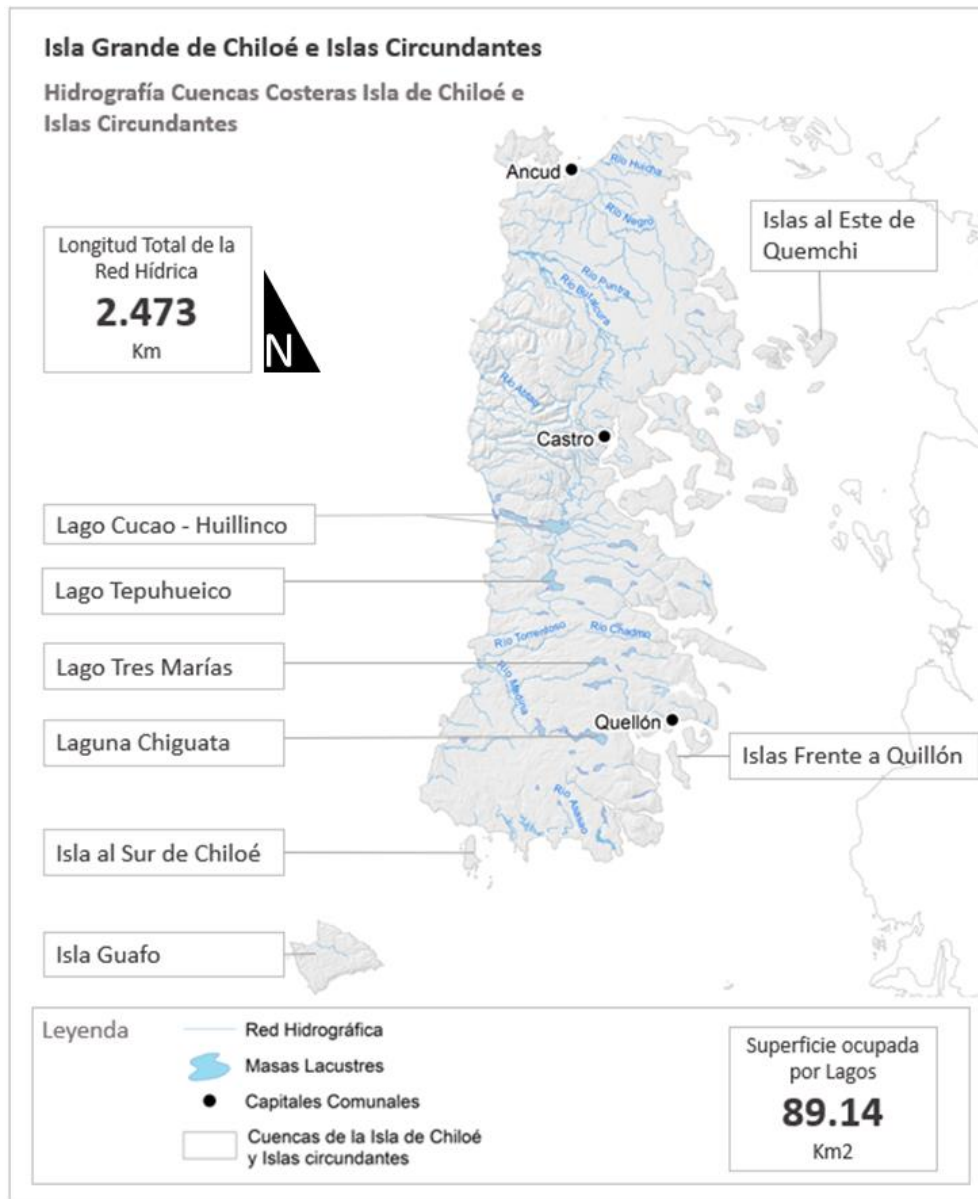
Como se indicó en el apartado 2.1.2, las cuencas de islas de Chiloé y circundantes cuenta con cursos de agua superficial que drenan parte importante del terreno de la isla grande del archipiélago, y en menor medida en las islas circundantes, cuyos regímenes son esencialmente pluviales al no estar conectadas con la zona continental cordillerana de Chile y que, dada su ubicación costera, son de carácter exorreico.

Dentro de las fuentes superficiales de mayor envergadura de la cuenca se puede contar con el río Chepu, río Medina y río Torrentoso, los tres desembocan en el océano Pacífico. Otros ríos importantes son el Pudeto, el Puntra, el Butalcura, el Vilcún y el Negro. El Lago más grande es el Huillinco-Cucao, que es la unión de dos lagos pequeños originados por el avance de los glaciares; además, a lo largo de toda la isla existen alrededor de unos 200 cuerpos lacustres. Entre ellos se destacan el Tepuhueico y el Chaiguata. En la Figura 4-1 se puede visualizar los principales cauces y masas lacustres de la cuenca.

Según antecedentes indicado en la Plataforma Inventario de Humedales de Chiloé, (2021) en la provincia de Chiloé se reconoce un total de 1.315 humedales, que ocupan una superficie de 35.478 hectáreas, los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- **Humedales costeros:** son un total de 40 y cubren un total de 436 hectáreas, siendo los más importantes San Juan, Dalcahue; Putemún, Castro; Yaldad, Quellón
- **Humedales lacustres y ribereños:** son un total de 354, cubriendo un total de 16.343 hectáreas, río Pudeto, Ancud; lago Huillinco, Chonchi; laguna Chiguata, Quellón
- **Turberas:** son 921 con un total de 18.699 hectáreas, en Parque Nacional Chiloé, Ancud; Complejo Turberas Chiloé Central, Chonchi, Chaiguata y Quellón

Respecto a otros cuerpos de agua u obras mayores, en la zona de estudio no se reconocen embalses de importancia o significativos en la gestión actual de los recursos hídricos.

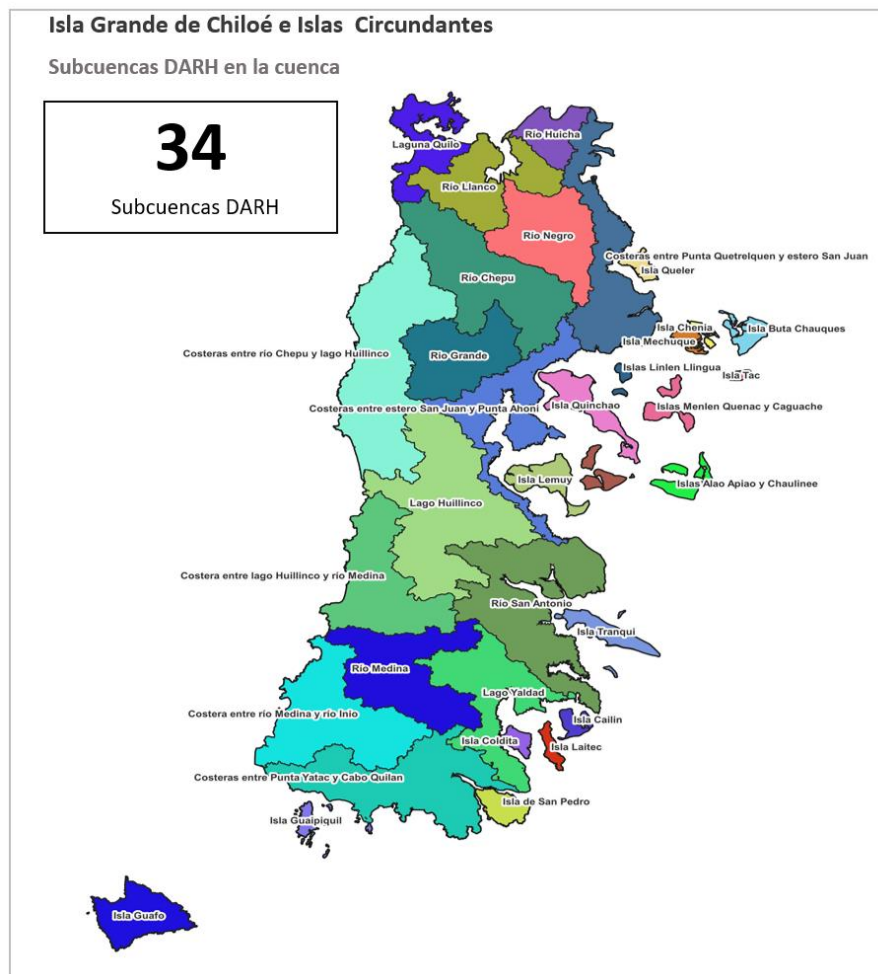


Fuente: Elaboración propia a partir de DGA (2021).

Figura 4-1 Hidrografía

4.1.2 Oferta en la fuente

La zona de estudio incluye 34 subcuencas DARH que pueden ser vistas en la Figura 4-1y cuyas características se presentan en la Tabla 4-1. De las 34 subcuencas, las de mayor tamaño corresponde a Lago Huillinco (855,8 km²) y Costeras entre río Chepu y lago Huillinco (830,9 km²), todas presentan un régimen pluvial. Para el cálculo de su oferta superficial se determinó como la escorrentía superficial generada de manera natural en las 34 subcuencas DARH de la zona de estudio, que se pueden ver en la Figura 4-2 recientemente expuesta.



Fuente: Elaboración propia con información de la mapoteca DGA

Figura 4-2 Subcuencas DARH en la cuenca

Tabla 4-1. Información de las subcuencas DARH presentes en la zona de estudio

Nombre Subcuenca DARH	Tipo de Cuenca	Vertiente	Régimen	Área (km ²)
Lago Huillinco	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	855,8
Costeras entre río Chepu y lago Huillinco	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	830,9
Río San Antonio	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	736,1
Río Chepu	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	655,9
Costeras entre Punta Yatac y Cabo Quilán	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	641,7
Costera entre Río Medina y Río Inio	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	605,2
Río Medina	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	524,7
Costera entre lago Huillinco y río Medina	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	499,4
Costeras entre Punta Quetrelquén y estero San Juan	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	497,1
Costeras entre estero San Juan y Punta Ahoni	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	459,2
Lago Yaldad	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	454
Río Negro	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	419,7
Río Llanco	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	419,6
Río Grande	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	394,6
Laguna Quilo	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	214,6
Isla Guafo	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	198,3
Río Huicha	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	145,1
Isla Quinchao	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	128,4
Isla Lemuy	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	96
Isla Tranqui	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	81,8
Isla de San Pedro	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	64,8
Islas Alao Apiao y Chaulinec	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	47,7
Isla Buta Chauques	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	46,4
Islas Menlen Quenac y Caguach	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	45,2
Islas Chelen y Quehui	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	39,3
Isla Queler	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	31,1
Isla Coldita	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	29,4
Isla Guaipiquil	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	26,4
Isla Cailin	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	25,8
Isla Laitec	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	23,9
Isla Mechuque	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	22,4
Islas Linlén Llingua	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	13,4
Isla Chenia	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	10,8
Isla Tac	Exorreica	Océano Pacífico	Pluvial	6,6

Fuente: Elaboración propia con información de la mapoteca DGA.

4.1.2.1 Oferta Histórica y Actual

La escorrentía superficial natural (oferta hídrica superficial) generada en las subcuencas DARH, que es obtenida de la modelación WEAP, se presenta en la Tabla 4-2 en términos de hm^3 promedio al año para diferentes intervalos de la modelación en el periodo histórico.

Tabla 4-2 Oferta superficial promedio anual en subcuencas DARH ($\text{hm}^3/\text{año}$)

Subcuencas DARH	Histórico	Actual	$\Delta\%$	Histórico y Actual
	1990-2014	2015-2019	Histórico y Actual	1990-2019
	($\text{hm}^3/\text{año}$)	($\text{hm}^3/\text{año}$)	($\text{hm}^3/\text{año}$)	($\text{hm}^3/\text{año}$)
Costeras entre estero San Juan y Punta Ahoni	551	535	-3%	549
Costera entre lago Huillinco y río Medina	800	786	-2%	798
Costeras entre Punta Quetrelquén y Estero San Juan	673	643	-4%	668
Costeras entre Punta Yatac y Cabo Quilán	850	851	0%	851
Costeras entre río Chepu y lago Huillinco	1.989	1.953	-2%	1.986
Costera entre Río Medina y Río Inio	801	800	0%	801
Isla Buta Chauques	41	40	-4%	41
Isla Cailin	28	27	-2%	28
Islas Chelen y Quehui	41	40	-3%	41
Isla Coldita	34	33	-2%	34
Isla de San Pedro	87	88	1%	87
Isla Guafo	237	239	1%	238
Isla Guaipiquil	21	21	-1%	21
Isla Laitec	26	26	-2%	26
Isla Lemuy	95	92	-3%	95
Isla Queler	36	34	-5%	36
Isla Quinchao	69	66	-4%	68
Isla Tac	10	10	-4%	10
Isla Tranqui	95	93	-3%	95
Islas Alao Apiao y Chaulinec	55	54	-3%	55
Islas Linlén Llingua	28	27	-4%	28
Islas Menlen Quenac y Caguach	42	40	-4%	42
Isla Mechuque	31	30	-4%	31
Isla Chenia	21	20	-4%	21
Lago Huillinco	1.245	1.221	-2%	1.242
Lago Yaldad	639	634	-1%	639
Laguna Quilo	395	373	-6%	392
Río Chepu	1.936	1.871	-3%	1.928
Río Grande	846	824	-3%	843
Río Huicha	214	204	-5%	213
Río Llanco	667	636	-5%	663
Río Medina	815	812	0%	816

Subcuencas DARH	Histórico	Actual	Δ%	Histórico y Actual
	1990-2014	2015-2019	Histórico y Actual	1990-2019
	(hm ³ /año)	(hm ³ /año)	(hm ³ /año)	(hm ³ /año)
Río Negro	723	693	-4%	718
Río San Antonio	857	839	-2%	855
Total	14.999	14.653	-2%	14.958

Fuente: Elaboración propia en base a modelación WEAP.

Dentro de las subcuencas DARH destacan las subcuencas costeras entre el río Chepu y el lago Huillinco, con ofertas superficiales de más del doble de la oferta obtenida en las subcuencas del río Negro, río Medina, río San Antonio y río Grande. Adicionalmente se puede ver que no se refleja una variación importante de la oferta superficial respecto al periodo histórico; disminuciones rodean hasta el orden del -6%, mientras los aumentos presentan una variación de hasta 1%.

4.1.2.2 Oferta proyectada

Tal como se realizó en el caso de los periodos histórico y actual, se estimó la oferta superficial proyectada a partir de las escorrentías superficiales naturales modeladas en WEAP para las subcuencas DARH. En la Tabla 4-3 se pueden ver las ofertas superficiales promedio anuales estimadas en términos de hm³/año para cada década, donde se puede apreciar una tendencia general a la baja en el tiempo.

En esta línea, en la Tabla 4-4 se presentan las variaciones porcentuales de las ofertas proyectadas de la Tabla 4-3 respecto a la oferta del periodo Actual de cada subcuenca DARH presentada en la Tabla 4-2. Se puede ver que se proyectan disminuciones importantes en la oferta superficial, que son paulatinamente mayores entre el año 2041-2050, llegando incluso a valores que rodean una disminución de -24%.

Evidentemente, estas reducciones de oferta superficial corresponden a montos importantes que tienen su explicación en las contundentes reducciones de precipitación que el modelo MIROC-ESM proyecta en la cuenca, comparado con las precipitaciones consideradas para el periodo Actual. En la Ilustración 4-1 se puede ver que las reducciones de precipitación que el modelo MIROC-ESM proyecta para la cuenca van desde -10% a -16%, con una disminución considerable entre el año 2041-2050.

Tabla 4-3. Oferta superficial promedio anual proyectada en subcuencas DARH por década (hm³/año)

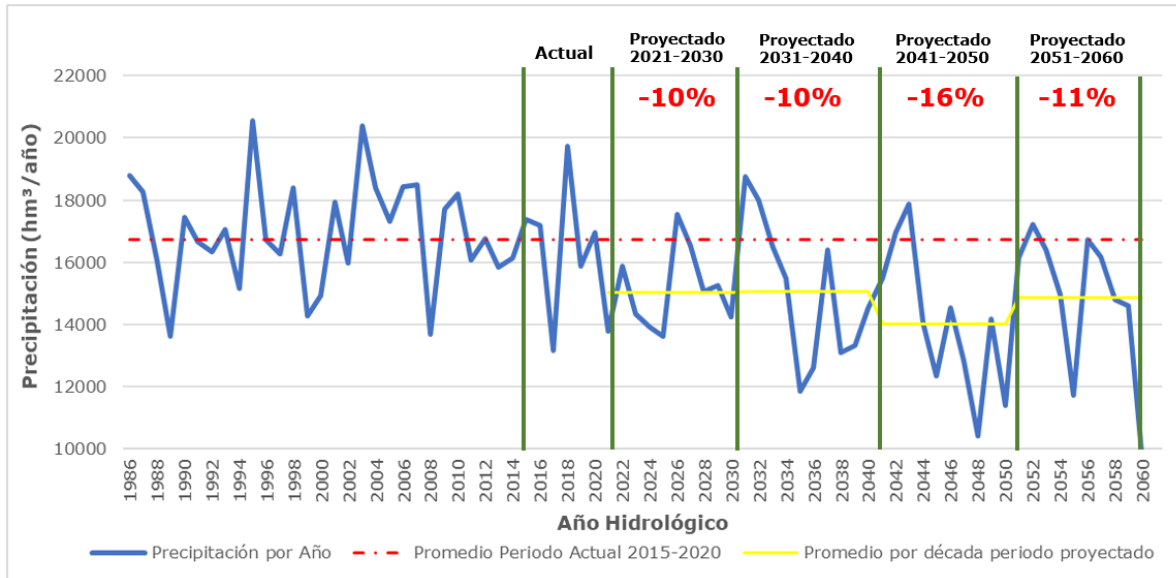
Subcuencas DARH	2020-2029	2030-2039	2040-2049	2050-2059	2020-2059
	(hm ³ /año)	(hm ³ /año)	(hm ³ /año)	(hm ³ /año)	(hm ³ /año)
Costeras entre estero San Juan y Punta Ahoni	523	531	487	526	517
Costera entre lago Huillinco y río Medina	650	651	607	645	638
Costeras entre Punta Quetrelquén y estero San Juan	633	641	586	632	623
Costeras entre Punta Yatac y Cabo Quilán	808	813	753	803	794
Costeras entre río Chepu y lago Huillinco	1.595	1.595	1.485	1.572	1.562
Costera entre Río Medina y Río Inio	726	729	678	722	714
Isla Buta Chauques	43	43	39	42	42
Isla Cailin	32	32	30	32	31
Islas Chelen y Quehui	45	46	42	45	44
Isla Coldita	31	32	29	31	31
Isla de San Pedro	88	89	82	87	87
Isla Guafo	217	216	200	214	212
Isla Guaipiquil	21	21	19	21	20
Isla Laitec	28	29	26	28	28
Isla Lemuy	103	105	96	103	102
Isla Queler	33	33	31	33	33
Isla Quinchao	57	59	53	58	57
Isla Tac	11	11	10	11	10
Isla Tranqui	110	111	102	109	108
Islas Alao Apiao y Chaulinec	59	59	55	58	58
Islas Linlén Llingua	28	29	26	28	28
Islas Menlen Quenac y Caguach	43	43	40	43	42
Isla Mechuque	32	32	29	32	31
Isla Chenia	21	21	20	21	21
Lago Huillinco	1.092	1.102	1.018	1.089	1.075
Lago Yaldad	602	607	561	599	592
Laguna Quilo	294	295	273	290	288
Río Chepu	1.502	1.521	1.398	1.507	1.482
Río Grande	666	673	620	666	656
Río Huicha	181	182	168	179	178
Río Llanco	519	523	482	516	510
Río Medina	722	725	674	718	710
Río Negro	616	624	572	617	607
Río San Antonio	852	862	795	849	840
Total	12.983	13.085	12.085	12.925	12.769

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-4 Variación porcentual de la oferta superficial proyectada por década respecto a la oferta superficial del Periodo Actual en cada subcuenca DARH

Subcuencas DARH	Δ% 2020-2029 y Actual	Δ% 2030-2039 y Actual	Δ% 2040-2049 y Actual	Δ% 2050-2059 y Actual	Δ% 2020-2059 y Actual
Costeras entre estero San Juan y Punta Ahoni	-2%	-1%	-9%	-2%	2%
Costera entre lago Huillinco y río Medina	-17%	-17%	-23%	-18%	2%
Costeras entre Punta Quetrelquén y estero San Juan	-2%	0%	-9%	-2%	4%
Costeras entre Punta Yatac y Cabo Quilán	-5%	-4%	-12%	-6%	0%
Costeras entre río Chepu y lago Huillinco	-18%	-18%	-24%	-19%	2%
Costera entre Río Medina y Río Inio	-9%	-9%	-15%	-10%	0%
Isla Buta Chauques	7%	8%	-1%	6%	4%
Isla Cailin	16%	17%	8%	15%	2%
Islas Chelen y Quehui	13%	15%	6%	13%	3%
Isla Coldita	-5%	-4%	-12%	-5%	2%
Isla de San Pedro	1%	2%	-6%	0%	0%
Isla Guafo	-9%	-10%	-16%	-10%	0%
Isla Guaipiquil	0%	0%	-7%	-1%	1%
Isla Laitec	11%	12%	3%	10%	2%
Isla Lemuy	12%	14%	4%	12%	3%
Isla Queler	-3%	-2%	-11%	-4%	4%
Isla Quinchao	-13%	-11%	-19%	-12%	3%
Isla Tac	7%	8%	-1%	6%	4%
Isla Tranqui	18%	19%	10%	17%	2%
Islas Alao Apiao y Chaulinec	9%	11%	2%	8%	3%
Islas Línlen Llingua	6%	8%	-1%	6%	3%
Islas Menlen Quenac y Caguach	6%	8%	-1%	6%	3%
Isla Mechuque	7%	8%	-1%	6%	4%
Isla Chenia	7%	8%	-1%	6%	4%
Lago Huillinco	-10%	-10%	-17%	-11%	2%
Lago Yaldad	-5%	-4%	-12%	-6%	1%
Laguna Quilo	-21%	-21%	-27%	-22%	5%
Río Chepu	-20%	-19%	-25%	-19%	3%
Río Grande	-19%	-18%	-25%	-19%	2%
Río Huicha	-11%	-10%	-18%	-12%	4%
Río Llanco	-18%	-18%	-24%	-19%	4%
Río Medina	-11%	-11%	-17%	-12%	0%
Río Negro	-11%	-10%	-17%	-11%	4%
Río San Antonio	2%	3%	-5%	1%	2%

Fuente: Elaboración propia en base a modelación WEAP.



Nota: En valores rojos se presenta la variación porcentual de la precipitación promedio de las décadas del periodo proyectado respecto a la precipitación promedio del periodo actual.

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 4-1 Evolución de la precipitación considerada en la cuenca (hm³/año)

4.1.3 Calidad del agua

La buena calidad del agua, desde ríos, lagos y acuíferos, es esencial para el desarrollo sostenible y la salud de ecosistemas, por lo tanto, conocer la calidad de las masas de agua se vuelve fundamental para su gestión.

La calidad ambiental de las aguas se entiende como un agua natural no tratada que se ve afectada por la combinación de influencias naturales y actividades antropogénicas, como las aguas residuales o escorrentía agrícola.

A nivel general, el Indicador ODS 6.3.2 representa el porcentaje de cuerpos de agua monitoreados en un país con buena calidad ambiental del agua. La puntuación general del indicador nacional se basa en el tipo de cuerpo de agua (río, lago, agua subterránea) y en los distritos de cuencas que informan, que se basan en cuencas de ríos grandes individuales o en varias cuencas de ríos más pequeños²¹.

²¹ Los reportes de distritos de cuenca, o RBD por sus siglas en inglés, Los RBD son los informes que reportan los países respecto de la información de calidad del agua a nivel de cuencas fluviales, que considera que dicha unidad espacial es práctica para ser utilizada en términos de gestión del recurso hídrico. La información que se presentó en el presente Plan busca evaluar calidad del agua a nivel de cuenca, más allá del nombre con que la DGA tiene que dar sus reportes

Se entiende como **buena calidad** aquella que no daña las funciones del ecosistema ni provoca algún daño a la salud humana, de acuerdo con el núcleo de indicadores ambientales para calidad del agua. Se pueden utilizar comparaciones entre los valores medidos con estándares de calidad del agua definidos por la legislación nacional o pueden derivar del conocimiento del estado natural o de línea de base de los cuerpos de agua. A nivel normativo, en Chile se pueden aplicar los límites establecidos en la NCh 1.333/78 para diferentes usos, los criterios y cuerpos legales vigentes respecto de Normas Secundarias para Calidad Ambiental (NSCA) a nivel de cuencas hidrográficas, y requisitos para consumo de agua potable de la NCh 409/2005.

Los parámetros de evaluación de calidad del agua pueden considerar 2 niveles, el nivel 1 incluye un set de parámetros simples que se deben medir *in situ* (oxígeno, pH, salinidad o conductividad, nitrógeno y fósforo), mientras que el nivel 2 incluye variables más complejas, como otros parámetros, enfoques biológicos (bioindicadores por ejemplo), modelos, etc.

En la Ilustración 4-2 se entrega un esquema con ejemplos de fuentes de datos de Nivel 1 y Nivel 2 del indicador 6.3.2.

Todas las variables del nivel 1 pueden ser medidas en aguas superficiales, mientras que en aguas subterráneas se debe considerar sólo salinidad (conductividad), nitrógeno y pH (acidificación).

Por otro lado, para clasificar si un cuerpo de agua tiene una buena calidad de agua ambiental o no, se utiliza un umbral por el cual el 80% o más de los valores de monitoreo deben cumplir sus objetivos. A continuación, se muestra un esquema simplificado del modo en que se calcula el indicador 6.3.2. En la Ilustración 4-2 se presenta un esquema sobre las puntuaciones de monitoreos individuales y como se agregan secuencialmente a los eventos de monitoreos, las puntuaciones de los cuerpos de agua, las puntuaciones de las cuencas hídricas y finalmente las puntuaciones nacionales.

En resumen, los pasos metodológicos para calcular el ODS 6.3.2 para las cuencas del Chiloé deben considerar lo siguiente:

- a) Identificación de cuerpos de agua monitoreados.
- b) Identificación de calidad de datos.
- c) Determinación de umbrales que califiquen aguas de buena y de mala calidad.
- d) Clasificación de la calidad del agua.

CEDEUS-DGA (2020)²² contiene la metodología específica que ha sido utilizada en Chile para establecer el indicador 6.3.2 en diversos cuerpos de agua, que puede ser revisada

²² CEDEUS-DGA (2020). Implementation of SDG Indicator 6.3.2 en Chile: Proportion of Bodies of Water with Good Ambient Water Quality. CEDEUS Technical Report, Santiago, Chile.

en la página web: <https://snia.mop.gob.cl/observatorio/>. En particular, este índice ha sido calculado por la DGA para aguas superficiales en Chiloé.

- e) Por otro lado, la DGA no posee una estimación del presente ODS para aguas subterráneas en la isla de Chiloé (Minuta DCPRH N°13, Cálculo del Indicador ODS 6.3.2 en Aguas Subterráneas de fuentes APR, período 2018-2019), el cual es estimado en el presente análisis en base a información disponible en el BNA de la DGA.



Fuente: UNEP (s.f.)

Ilustración 4-2 Ejemplos de fuentes de datos de Nivel 1 y Nivel 2 del indicador 6.3.2.

Nivel de puntuación	Número	Agregado a la puntuación del indicador			Notas
Puntuación del indicador nacional	1	50 %			La puntuación nacional se calcula a partir de las puntuaciones de los RBD. (Esto puede disgregarse por tipo de cuerpo de agua)
Puntuación de los RBD	3	RBD 1 50 %	RBD 2 10 %	RBD 3 90 %	La puntuación de cada RBD se calcula a partir de la puntuación de cada cuerpo de agua
Puntuación de los cuerpos de agua	60				Cada cuerpo de agua se clasifica como bueno si 80% o más de sus estaciones de monitoreo son clasificadas como buenas
Puntuación de las estaciones de monitoreo	240				Cada cuerpo de agua tiene cuatro estaciones de monitoreo y cada estación se clasifica como buena o no
Puntuación de los eventos de monitoreo	960				Datos de parámetros principales sobre cuatro eventos de monitoreo se recolectan en cada estación de monitoreo

Fuente: UNEP (s.f.)

Ilustración 4-3 Ejemplo de cómo las puntuaciones de monitoreos individuales se agregan secuencialmente a los eventos de monitoreos, las puntuaciones de los cuerpos de agua, las puntuaciones de las cuencas hídricas y finalmente las puntuaciones nacionales.

A continuación, se realiza un análisis de estas consideraciones metodológicas basándose en la metodología de la UNEP, institución custodia del ODS 6.3.2²³, el Consejo Nacional para la Implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y CEDEUS-DGA (2020)¹.

4.1.3.1 Identificación de los cuerpos de agua monitoreados

De acuerdo con el Banco Nacional de Aguas (BNA) del Ministerio de Obras Públicas-Dirección General de Aguas (DGA), institución productora de datos de monitoreo de calidad del agua en Chile, en las cuencas de Chiloé en los últimos 20 años se ha levantado información de calidad de agua en 16 puntos de muestreo: siete corresponden a APR, cinco se localizan en diversos lagos, tres en ríos y una en un pozo. El detalle de la

²³ <https://communities.unep.org/display/sdg632/SDG+6.3.2+Home>

información existente se encuentra en la Tabla 2-22. En la Tabla 4-5 se muestran las variables monitoreadas por estación de muestreo.

Tabla 4-5. Variables monitoreadas según Banco Nacional de Aguas (BNA) DGA cuencas de Chiloé.

Variables	Código BNA estaciones															
	10903006-6	10903007-4	10906008-9	10902003-6	10906005-4	10904006-1	10904004-5	10903005-8	10921000-5	10902005-2	10902004-4	10906003-8	10902006-0	10901005-7	10906006-2	10904001-0
Alcalinidad	x	x	x					x	x				x	x		
Al	x	x	x				x	x	x			x	x	x		x
As						x	x					x				x
B						x	x					x				x
Bicarbonato	x	x	x					x	x				x	x		x
Carbonato																x
Cl	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x		x
Cd	x	x	x				x	x	x			x	x	x		x
Ca	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x		x
Co	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x		x
Cr						x	x					x				x
Cu	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x		x
Conductividad	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
DQO				x	x	x	x					x				x
Fe	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x		x
F	x	x	x					x	x				x	x		
P	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mg	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x		x
Mn	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x		x
Hg	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x		x
Mo	x	x	x				x	x	x			x	x	x		x
NO3	x	x	x				x	x	x	x		x				x
NO2+NO3						x	x					x				
NH4	x	x	x					x	x				x	x		
Ni	x	x	x				x	x	x			x	x	x		x
pH	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ag	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x		x
Pb	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x		x
K	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x		x
Se	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x		x
Na	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x		x
OD				x	x		x			x	x	x			x	x
RAS																x

Variables	Código BNA estaciones															
	10903006-6	10903007-4	10906008-9	10902003-6	10906005-4	10904006-1	10904004-5	10903005-8	10921000-5	10902005-2	10902004-4	10906003-8	10902006-0	10901005-7	10906006-2	10904001-0
SO4	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x		x
SDT	x	x	x					x	x				x	x		
T	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Zn	x	x	x			x	x	x	x			x	x	x		x
Sílice				x	x					x	x				x	

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2021)

4.1.3.2 Análisis de calidad del agua superficial

Como se ha mencionado anteriormente, la DGA posee una estimación del ODS 6.3.2 disponible, la cual se muestra en la Tabla 4-6. Los resultados indican que la calidad del agua de los cuerpos superficiales en Chiloé ha sufrido un detrimento en su condición desde los años 2015-2016 hacia 2017-2018.

Tabla 4-6. Indicador DGA para ODS 6.3.2 aguas superficiales en Chiloé

Año	Código cuenca	Nombre	Indicador	Clasificación ODS 6.3.2
2015	109	Islas Chiloé y circundantes	81,4815	Bueno
2016	109		91,6667	Bueno
2017	109		70,8333	No Bueno
2018	109		72,2222	No Bueno

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2021)

4.1.4 Fuentes de contaminación

Las fuentes de contaminación de aguas superficiales en la Isla Grande de Chiloé y las circundantes corresponde principalmente a las descargas de la actividad de producción de salmones y truchas. En este caso, se habla de una Huella Hídrica "Gris", ya que las descargas de residuos líquidos, la acumulación de excedentes de comida o de fecas, resulta en la pérdida de calidad de las aguas continentales, y en una demanda de un volumen de agua y proceso dentro del ciclo hidrológico para su neutralización.

4.1.5 Derechos concedidos

Se ha realizado una recopilación de los derechos concedidos en la región de Los Lagos que están registrados en la página de la DGA. En las cuencas de las islas Chiloé y circundantes se han concedido 1.940 derechos de agua de naturaleza superficial. Del total de estos derechos permanentes (continuos/discontinuos/alternados) y eventuales (continuos/discontinuos), 1.919 presentan coordenadas, y engloban un total de 145 (m³/s), otorgados principalmente en el sector este de la isla (Figura 4-3).

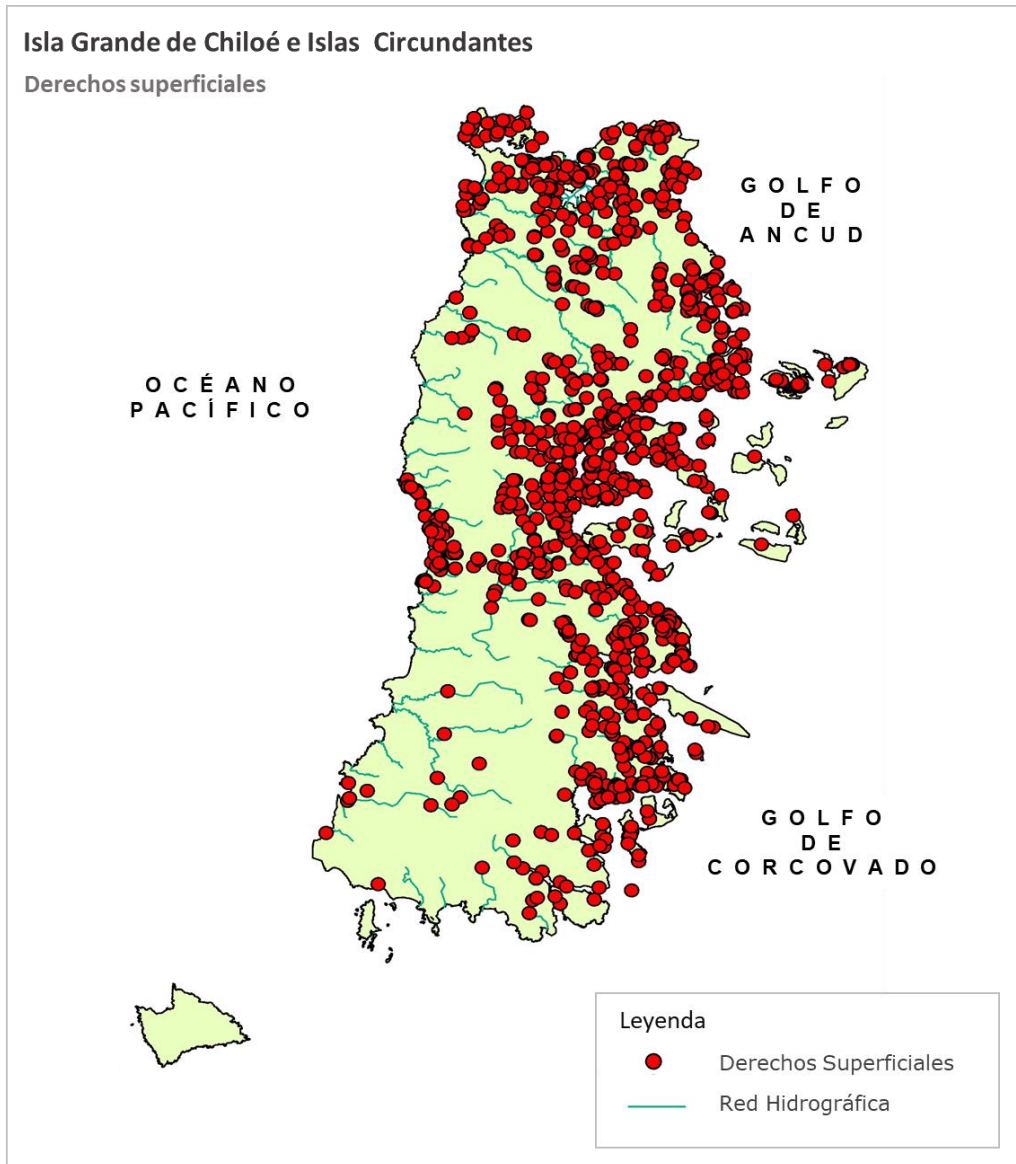
Respecto de la disponibilidad jurídica, no se identificaron declaraciones de agotamiento, reservas de caudales o circunstancias excepcionales de interés nacional que limiten su otorgamiento.

Estos derechos corresponden a distintos propietarios con fines consuntivos y no consuntivos asociados a tipos de usos del recurso hídrico (bebida/uso doméstico/saneamiento, riego, silvoagropecuario, piscicultura, industrial, y energía hidroeléctrica). El detalle de los derechos se muestra en la Tabla 4-7.

Tabla 4-7. Número de registros según Unidad de Resolución/Oficio/C.B.R. DAA para aguas superficiales en el área de estudio

CBR u oficina DGA	Derechos consuntivos	Derechos no consuntivos
C.B.R. Ancud	9	7
C.B.R. Castro	7	18
C.B.R. Quellón	1	-
DGA Puerto Montt	1.462	221
Dirección General de Aguas (DGA)	90	102
DGA de los Ríos	2	-
Total	1.571	348

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2021)



Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2021)

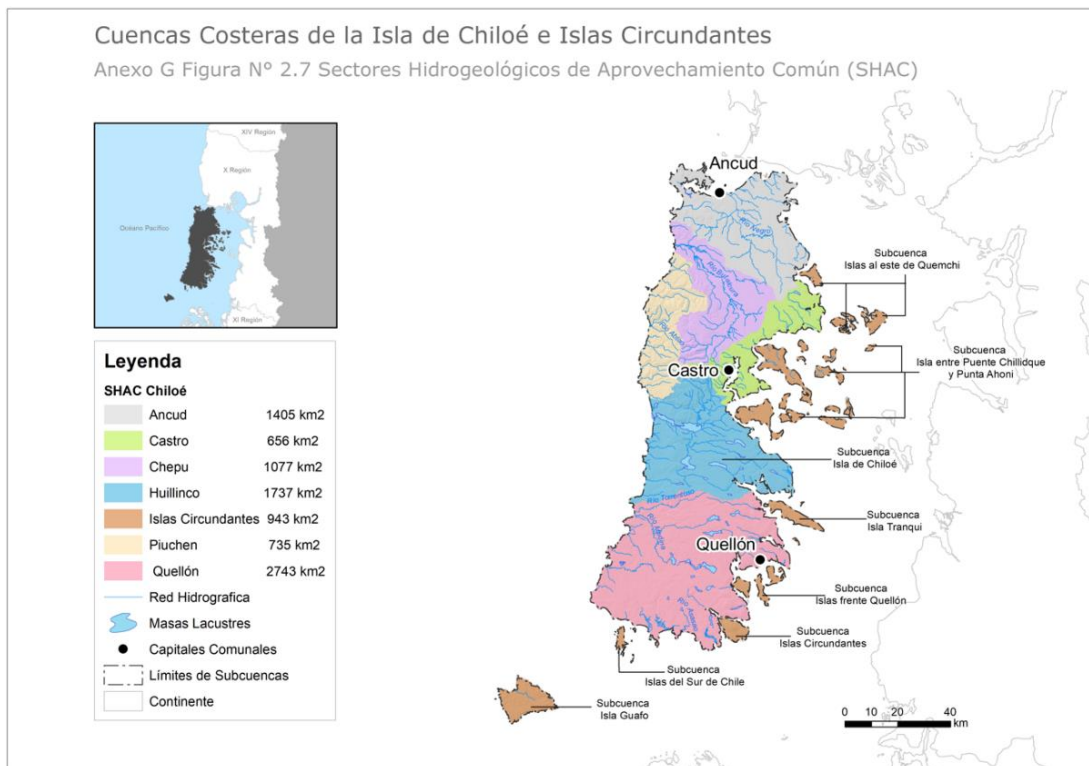
Figura 4-3 Derechos de aprovechamiento de agua superficiales

4.2 Aguas Subterráneas

4.2.1 Hidrogeología

En las cuencas de las islas Chiloé y circundantes se han definido los Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC) como se visualiza en la Figura 4-4 y en la Tabla 4-8. Existen 59 SHAC en el área de estudio, pero los sectores pertenecientes a las islas circundantes (53) se han presentado agrupados y denominados como Islas Circundantes. Todos los SHAC están declarados en estado abierto.

Los SHAC de mayor extensión corresponden a Quellón (2.743 Km²), Huillinco (1.737 Km²), Ancud (1.405 Km²) y Chepu (1.077 Km²).



Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2021)

Figura 4-4 Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC)

Tabla 4-8 Sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común (SHAC) y situación de restricción en la zona de estudio.

SHAC	Situación	Área (km ²)
Ancud	Abierto	1.405
Chepu	Abierto	1.077
Castro	Abierto	656
Piuchén	Abierto	735
Huillinco	Abierto	1.737
Quellón	Abierto	2.743
Islas Circundantes (53)	Abierto	943

Fuente: Elaboración propia a partir DGA (2021)

4.2.2 Oferta en la Fuente

La oferta subterránea se considera como el volumen de agua que ingresa al subsuelo de la cuenca, y que recarga los acuíferos. A continuación, se presenta la oferta de agua subterránea estimada para la cuenca.

4.2.2.1 Oferta Histórica y actual

Para la caracterización de la oferta subterránea en los SHAC, se utiliza la Recarga (hm³/año) y el Volumen o Stock de los acuíferos (hm³). En la Tabla 4-9 y Tabla 4-10 se presentan los datos de volumen de agua y recarga en los SHAC, tanto para el periodo histórico y actual.

Se debe tener presente que los valores de recarga y volumen que se presentan provienen desde la modelación WEAP. En esta línea, dado el hecho de que el modelo no incluye una modelación subterránea sofisticada (como podría ser un modelo MODFLOW), estos valores podrían ser mejor estimados en un estudio futuro que sí contemple una modelación subterránea más especializada. Como componentes importantes en el análisis, se tiene que por ejemplo el modelo construido en esta oportunidad no contempla recarga proveniente desde cauces superficiales o que, como se detalla en el Anexo H, los flujos entre SHAC corresponden a estimaciones gruesas y generales. De esta forma, estos valores deben ser tomados y considerados con el cuidado necesario al momento de la toma de decisiones.

Con respecto a la recarga se puede observar que todos los otros SHAC presentan una disminución, siendo los SHAC de Ancud e isla Caucahué los que presentan un mayor retroceso, con un -5,3% y -5,6% respectivamente. De todos estos SHAC el que presenta menor variación es Quellón con una disminución de 1,1 hm³/año. Para los volúmenes Quellón, Piuchén y Chepu presentan un aumento de un 0,7%, 2,8% y 0,8%

respectivamente, mientras que Huillinco presenta una disminución del -0,6%. Es importante señalar que **los valores de recarga son más confiables y se recomienda considerarlos en toma de decisiones por sobre los valores de volúmenes**, ya que están vinculados a la componente superficial que fue debidamente calibrada.

Tabla 4-9 Recarga de los SHAC para el periodo histórico y actual

SHAC	1990 -2019 hm ³ /año	Histórico	Actual
		1990-2014 hm ³ /año	2015- 2019 hm ³ /año
Quellón	43,1	43,3	42,2
Huillinco	118,6	119,2	115,6
Castro	49,5	49,8	47,6
Piuchén	11,3	11,3	10,9
Chepu	106,6	107,4	102,5
Ancud	156,3	157,7	149,3
Isla Caucahué	2,4	2,4	2,3
Isla Quinchao	8,9	9,0	8,6
Isla Lemuy	6,6	6,6	6,3
Total	503,2	506,7	485,3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-10 Volumen húmedo de los SHAC para el periodo histórico y actual

SHAC	1990 -2019 [hm ³ /año]	Histórico	Actual	2015-2019/1990-2014 [hm ³ /año]	
		1990 -2014 [hm ³ /año]	2015- 2019 [hm ³ /año]	Δ	Variación %
Quellón	8.000,6	7.991,2	8.047,4	56,2	0,7%
Huillinco	21.800,0	21.822,1	21.689,2	-132,9	-0,6%
Castro	17.324,3	17.328,5	17.303,0	-25,5	-0,1%
Piuchén	107,2	106,7	109,6	3,0	2,8%
Chepu	16.334,4	16.312,0	16.446,5	134,5	0,8%
Ancud	37.521,3	37.535,5	37.450,3	-85,2	-0,2%
Isla Caucahué	1.817,0	1.818,5	1.809,3	-9,2	-0,5%
Isla Quinchao	2.753,1	2.753,0	2.753,8	0,8	0,0%
Isla Lemuy	2.901,2	2.901,1	2.901,4	0,3	0,0%
Total	108.559,1	108.568,6	108.510,5	-58,0	0,0%

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2 Oferta Proyectada

La oferta proyectada corresponde a los valores de recarga y volumen húmedo de cada SHAC para el periodo futuro bajo el modelo de cambio climático MIROC-ESM.

En la Tabla 4-11 se presenta la recarga media anual para el periodo proyectado y la comparación con el periodo actual. La recarga promedio presenta un aumento en la Isla Quinchao y la isla Lemuy con un 1,1% y un 0,6%. El SHAC que mayor disminución presenta es Ancud y Piuchén con un -20,7% y -18,6% respectivamente. Respecto al volumen húmedo el comportamiento es más bien parecido, siendo Piuchén el que más presenta disminución con un -21,7%. Es importante señalar que **los valores de recarga son más confiables y se recomienda considerarlos en toma de decisiones por sobre los valores de volúmenes**, ya que están vinculados a la componente superficial que fue debidamente calibrada.

Tabla 4-11 Recarga de los SHAC para el periodo actual y proyectado

SHAC	2015-2019 hm ³ /año	2020-2059 hm ³ /año	2051-2059 hm ³ /año	2015-2019/ 2020-2059 hm ³ /año		2015-2019/ 2051-2059 hm ³ /año	
				Δ	Variación %	Δ	Variación %
Quellón	42,2	41,7	41,9	-0,5	-1,0%	-0,3	-1,0%
Huillinco	115,6	106,9	107,6	-8,7	-8,0%	-8,0	-7,0%
Castro	47,6	47,8	48,3	0,3	1,0%	0,8	2,0%
Piuchén	10,9	7,8	7,9	-3,0	-28,0%	-3,0	-28,0%
Chepu	102,5	83,9	84,6	-18,6	-18,0%	-17,9	-17,0%
Ancud	149,3	128,6	129,1	-20,7	-14,0%	-20,3	-14,0%
Isla Caucahué	2,3	2,2	2,2	-0,1	-5,0%	-0,1	-5,0%
Isla Quinchao	8,6	9,7	9,7	1,1	13,0%	1,2	14,0%
Isla Lemuy	6,3	6,9	7,0	0,6	9,0%	0,6	10,0%
Total	485,3	435,5	438,3	-49,6	-10,2%	-47	-9,7%

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4-12 entrega el volumen húmedo de los SHAC; periodo actual y proyectado. En esta tabla se puede ver que, en la modelación, prácticamente todos los SHAC entregan disminuciones en sus volúmenes de agua almacenados. Sin embargo, al ser considerada la modelación de recursos subterráneos solo de forma general en este PEGH, y no con un modelo especializado en hidrogeología, estos resultados deben ser tomados con precaución.

Tabla 4-12 Volumen húmedo de los SHAC. Periodo actual y proyectado

SHAC	2015- 2019 [hm ³ /año]	2020 - 2059 [hm ³ /año]	2051- 2059 [hm ³ /año]	2015-2019/ 2020-2059 [hm ³ /año]		2015-2019/ 2051- 2059 [hm ³ /año]	
				Δ	Variación %	Δ	Variación %
Quellón	8.047	8.098	8.109	50	0,6%	62	0,8%
Huillinco	21.689	21.329	21.046	-360	-1,7%	-644	-3,0%
Castro	17.303	17.229	17.157	-74	-0,4%	-146	-0,8%
Piuchén	110	86	78	-24	-21,7%	-32	-29,1%
Chepu	16.447	16.172	15.931	-275	-1,7%	-516	-3,1%
Ancud	37.450	36.830	36.351	-620	-1,7%	-1.100	-2,9%
Isla Caucahué	1.809	1.792	1.779	-17	-1,0%	-30	-1,7%
Isla Quinchao	2.754	2.771	2.781	17	0,6%	27	1,0%
Isla Lemuy	2.901	2.910	2.915	9	0,3%	13	0,5%
Total	108.510,5	107.216,4	106.146,0	-1.294,2	-1,2%	-2.364,8	-2,2%

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Calidad del Agua

Como se mencionó anteriormente, la DGA no posee un cálculo del ODS 6.3.2 para acuíferos en Chiloé. Existen algunos datos en el BNA, con lo cual a continuación se realiza una estimación de su condición siguiendo la metodología de referencia, adaptada por la DGA para Chile, sumado a los análisis de los resultados obtenidos en campaña de terreno.

4.2.3.1 Antecedentes ODS 6.3.2

En base a los parámetros utilizados por la DGA para monitoreo de aguas subterráneas en Minuta DCPRH N°13, Cálculo del Indicador ODS 6.3.2 en Aguas Subterráneas de fuentes APR, período 2018-2019, se utilizaron los siguientes parámetros de calidad del agua: nitrato, pH y conductividad.

Complementariamente, la calidad del agua debe ser comparada como objetivos que sirven como umbrales para clasificarla. De acuerdo con la metodología de referencia, en la Tabla 4-13 se muestra en orden jerárquico las situaciones para cada análisis. En función a ello, para determinar la calidad del agua superficial en el presente estudio se consideró la situación 3, puesto que Chiloé no posee NSCA y no se encuentra una serie de datos amplia para comparar los resultados.

Tabla 4-13. Definición de la calidad del agua objetivo

Situación	Implementación en Chile
(1) La norma de calidad ambiental se encuentra vigente	La Norma de Calidad del Agua (NSCA) define los parámetros y límites en cuencas. No siempre están disponibles porque son específicas de cada cuenca.
(2) Los datos están disponibles, pero no las normas internacionales	La calidad objetivo se establece en una serie de datos entre el 2000 y 2014 (ambos años inclusive), considerando un mínimo de 20 registros y excluyendo valores atípicos. Estos datos fijarán el límite inferior como el percentil 5 y el superior como el percentil 95.
(3) Los datos son insuficientes para generar objetivos de calidad	Cuando la data es insuficiente, se utiliza normativa general de Chile: <ul style="list-style-type: none"> - NCh 1333/78 para riego - D.S. 143/2009 recreación con contacto directo - NCh 1333/78 vida acuática

Fuente: CEDEUS-DGA (2020).

Mediante la metodología aplicada, en la Tabla 4-14 se muestra el resultado del ODS 6.3.2 el agua subterránea en Chiloé, lo que indica que ésta por lo general presenta buena calidad del agua.

Tabla 4-14. Estimación indicador ODS 6.3.2 aguas subterráneas

Código BNA	Nombre	2016		2017		2018		2019		2020	
		Prom	Ind	Prom	Ind	Prom	Ind	Prom	Ind	Prom	Ind
10903006-6	APR CURAMO	-	-	-	-	-	-	-	-	100	Bueno
10903007-4	APR PUGUENUN	-	-	-	-	-	-	-	-	100	Bueno
10906008-9	APR TARA	-	-	-	-	-	-	-	-	100	Bueno
10904006-1	POZO PIRUQUINA	100	Bueno	100	Bueno	75	No Bueno	100	Bueno	-	-
10903005-8	APR EL QUITRAL	-	-	-	-	-	-	-	-	100	Bueno
10921000-5	APR PUQUELDON	-	-	-	-	-	-	-	-	100	Bueno
10902006-0	APR NATRI	-	-	-	-	-	-	-	-	100	Bueno
10901005-7	APR RAUCO ALTO	-	-	-	-	-	-	-	-	100	Bueno

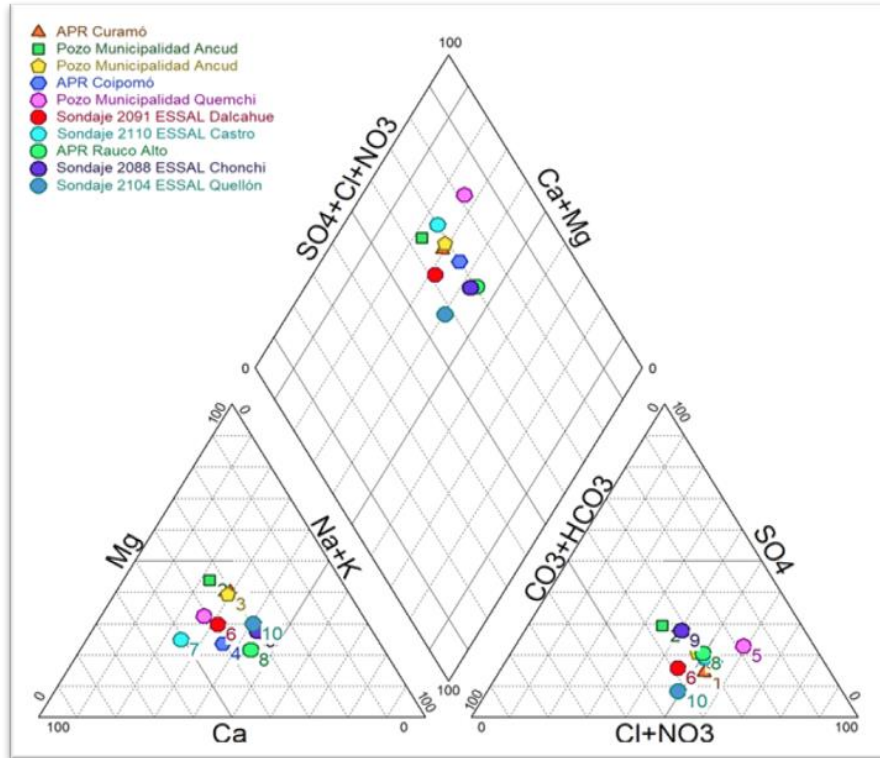
Fuente: Elaboración propia en base a BNA y metodología de referencia.



4.2.3.2 Análisis hidrogeoquímico

Para el análisis hidrogeoquímico de las aguas en la zona de estudio, se tomaron 10 muestras de aguas subterráneas en 9 lugares de la isla grande de Chiloé (con una muestra duplicada). La gran mayoría de estos lugares corresponden a pozos de servicios sanitarios rurales o a pozos de la empresa ESSAL, no obstante que típicamente las aguas extraídas de estos lugares es posteriormente potabilizada, en cada uno de los lugares se tuvo la precaución de tomar muestras desde el mismo acuífero (en los casos que hubo oportunidad de acceder al acuífero a través de los pozos) o desde despiches en el sistema, situados aguas arriba de cualquier intervención generada en las aguas, una vez que se dejara abierto un momento este despiche para lograr obtener una muestra representativa de las aguas del acuífero.

Los resultados de los análisis de estas muestras se han validado a través del cálculo del EBI (Error de Balance Iónico), el cual es detallado en el Anexo H, en el epígrafe dedicado a la hidroquímica. En esta línea, los cálculos realizados indican que el EBI para cada una de las muestras estudiadas se encuentra dentro del límite permitido para efectuar los análisis pertinentes. Dado esto, a partir del programa Diagrammes se hace una representación de los iones mayoritarios expresados en (% equivalentes) como se visualiza en el diagrama de Piper (Ilustración 4-4). Se destaca que todas las aguas se clasifican como cloruradas sulfatadas – cálcicas magnésicas. Según las normas NCh 409 y 1333, las concentraciones de los distintos iones mayoritarios en (mg/L) se encuentran dentro de los límites establecidos para fines de consumo humano y riego.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 4-4 Clasificación de aguas según Diagrama de Piper

En la norma NCh 1333 para riego, se especifica que la concentración de sodio porcentual (Na^+) no debe exceder el 35 (%), ya que es indicativo de ciertas restricciones para el riego de cultivos más sensibles. En este caso, superan levemente el porcentaje exigido las muestras de aguas de los 3 pozos que fueron muestreados en el sector sur de la isla grande, identificados como: APR Rauco Alto (Na (%) = 37,2), ESSAL Chonchi (Na (%) = 36,5) y ESSAL Quellón (Na (%) = 35,9).

Un análisis más detallado con distintos diagramas representativos se aborda en el Anexo H en el epígrafe 3.2.3

4.2.4 Fuentes de contaminación

No se identificaron fuentes de contaminación puntual de las aguas subterráneas en la isla. Sin embargo, se señaló²⁴ como fuente difusa a la contaminación por fosas sépticas y microbasurales.

4.2.5 Derechos concedidos

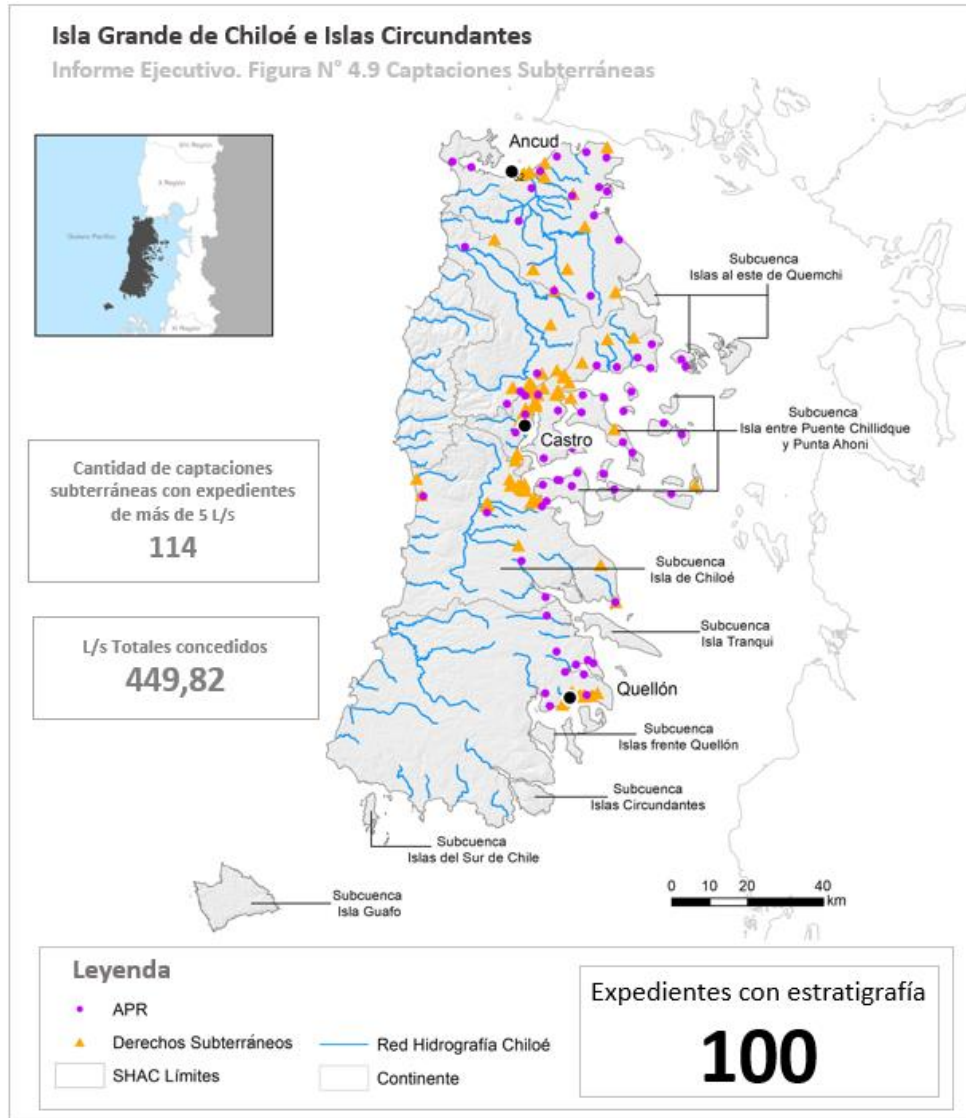
Se realizó una recopilación de los derechos concedidos en la región de Los Lagos que están registrados en la página de la DGA²⁵. En las cuencas de las islas Chiloé y circundantes se han concedido 2.340 derechos de aguas tanto de naturaleza superficial como subterránea. De estos derechos existen 1.940 de tipo superficial y 400 registrados como subterráneos. Las captaciones subterráneas están aprobadas por un total de 594,38 (L/s) de consumo promedio.

Después de acotar y filtrar los derechos con caudal superior a los 5 (L/s) como soporte del diseño de las campañas de terreno (se incluye catastro en Apéndice H: H-1, carpeta "Archivos complementarios"), se ha podido definir la existencia de 114 expedientes de captaciones subterráneas con derecho consuntivo. De ellos, 100 disponen de información de estratigrafía y totalizan un consumo promedio aprobado de 449,82 (L/s) (Figura 4-5).

Respecto de la disponibilidad jurídica de las aguas, no se identificaron áreas de restricción o zonas de prohibición declaradas en el archipiélago.

²⁴ Talleres de Participación Ciudadana.

²⁵ Revisado en https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-5 Derechos subterráneos con caudal mayor a 5 (L/s)

Los derechos subterráneos consuntivos concedidos para un ejercicio permanente (continuo o discontinuo) en las cuencas de las islas Chiloé y circundantes están asociados a distintos usos, tales como: bebidas/uso doméstico/saneamiento, industrial, riego, piscicultura, entre otros. Estos se agrupan de acuerdo con los registros en Unidad de Resolución/Oficio/C.B.R., como se desglosa en la Tabla 4-15.

Tabla 4-15. Número de registros según Unidad de Resolución/Oficio/C.B.R., categoría DAA consuntivos, para aguas subterráneas en el área de estudio.

CBR u oficina DGA	Derechos consuntivos
	Ejercicio permanente
C.B.R. Ancud	1
DGA Castro	2
DGA Puerto Montt	106
Dirección General de Aguas	5
Total	114

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2021).

5 BALANCE DE AGUA

La modelación hidrológica superficial en este estudio corresponde a un modelo WEAP; plataforma orientada a la gestión de recursos hídricos. La escala temporal del modelo es mensual, y comprende un período comprendido entre abril de 1985 a marzo de 2060. Más detalles sobre la modelación hidrológica se pueden consultar a lo largo del Anexo H de este informe.

La información subterránea de este modelo hidrológico fue obtenida del procesamiento e interpretación de campañas realizadas en terreno. En específico, en el presente estudio se ha llevado a cabo un levantamiento de información en terreno que comprende campañas geofísicas de gravimetría y prospección TEM, y una campaña hidroquímica en base a muestras de aguas subterráneas tomadas en pozos profundos de la zona. El objetivo de estas es poder conocer de manera suficiente las características y funcionamiento del acuífero de la zona para luego incluirlos en la modelación WEAP.

5.1 Modelo de simulación

5.1.1 Modelo conceptual hidrogeológico

La elaboración del modelo hidrológico conceptual subterráneo del presente estudio parte de la búsqueda de estudios anteriores que reportan información relevante para el diseño de las campañas de terreno, así como el procesamiento e interpretación de los resultados obtenidos. La caracterización del área de estudio de forma geológica, geomorfológica e hidrogeológica, los resultados de estudios geofísicos anteriores, y el catastro de los derechos subterráneos concedidos que refieren distintos datos de la perforación incluida la estratigrafía, han permitido un mayor enfoque durante el diseño de las campañas de terreno (gravimétrica, geofísica TEM e hidroquímica).

Con las campañas de gravimetría realizadas en la zona de estudio, junto con la información de pozos que llegan hasta el basamento, se ha logrado identificar las zonas donde se ubican las mayores profundidades del basamento, permitiendo definir la geometría de la zona acuífera. El método geofísico TEM (transiente electromagnético) a través de los perfiles de resistividad de los 152 puntos TEM, ha permitido calcular las permeabilidades promedio asociadas, y estimar las profundidades y cotas del nivel estático de las aguas subterráneas. El catastro de expedientes subterráneos realizado incluye información de los niveles en pozos y norias, lo cual permite tomar como referencia en sectores donde se ubican perfiles TEM. A través de la campaña hidroquímica no solo ha resultado la caracterización de la calidad de las aguas de las 9 captaciones distribuidas en la isla grande, sino que también se cuenta con la medición del nivel estático actualizado de las aguas muestreadas.

Estos datos son relevantes al definir las unidades hidrogeológicas principales y generar las distintas capas del modelo conceptual subterráneo; dentro de estas capas, se considera:

- Profundidad de Basamento
- Sectorización de Acuíferos
- Propiedades Hidrogeológicas: Permeabilidad, Coeficiente de almacenamiento y Coeficiente de infiltración
- Nivel Estático de las Aguas Subterráneas

Estas representaciones permiten comprender y abordar el funcionamiento hidrogeológico de las cuencas de las islas Chiloé y circundantes, ya que es complemento del modelo numérico superficial en WEAP.

En Chiloé se han identificado **6 unidades hidrogeológicas** principales de acuerdo a sus características geológicas y propiedades hidrogeológicas, las que se describen como sigue:

- **UHG-1:** es una capa de alta importancia hidrogeológica, asociada a sedimentos no consolidados de buena permeabilidad y resistividades que oscilan entre los 40-500 [ohm-m] de distinto espesor (según estratigrafía de pozos supera los 70 [m]). Se estima que es la unidad de mayor rendimiento dada su permeabilidad, con caudales concedidos superiores a los 5 [L/s].
- **UHG-2:** se subdivide en tipos **UHG-2a, UHG-2b y UHG-2c**, se compone de sedimentos consolidados (roca sedimentaria, no basamento) de media importancia hidrogeológica, representativos de permeabilidades medias a bajas. La diferencia entre la UHG-2a y UHG-2b está dada en que, en el caso de UHG-2b, esta contiene mayor concentración de sales que la UGH-2a, situación que se ha identificado en los perfiles geofísicos TEM como capas en profundidad de muy

baja resistividad (1 a 10 [ohm-m]), lo que visibiliza la alta salinidad de los estratos inferiores. En términos de espesor, se estima que son mayores los espesores de sedimentos típicos de la UHG-2b (mayor a 100 [m]), mientras que la unidad UHG-2a se presenta en los sondajes en forma de estratos de poco espesor, pero en algunos sectores costeros puede alcanzar los 50 [m]. El rendimiento de esta unidad es medio, entendiendo el tipo de sedimentos que la componen.

Se debe destacar que en superficie y estratos subsuperficiales se identifican algunos sectores con altas resistividades que se asocian a gravas no saturadas y a estratos con contenido ferroso (muchas vertientes poseen un agua anaranjada) que pueden estar influyendo en la lectura de los TEM, elevando la resistividad del material. A este tipo de material se le identifica como UHG-2c, de bajo interés hidrogeológico y resistividad superior a 500[ohm-m].

- **UHG-3:** se reconocen unidades impermeables asociadas a estratos arcillosos (**UHG-3a**) y rocas del basamento (**UHG-3b**), muestras de muy baja a nula permeabilidad y resistividades variables, muy bajas para las arcillas y elevadas para las rocas metamórficas, volcánicas e intrusivas. Las arcillas se presentan en forma de estratos lenticulares de poco espesor, aproximadamente 10 a 15 [m]. El rendimiento de esta unidad es muy bajo o nulo, ya que son litologías impermeables.

En la tabla siguiente se resumen las propiedades físicas de las unidades hidrogeológicas identificadas en el área de estudio.

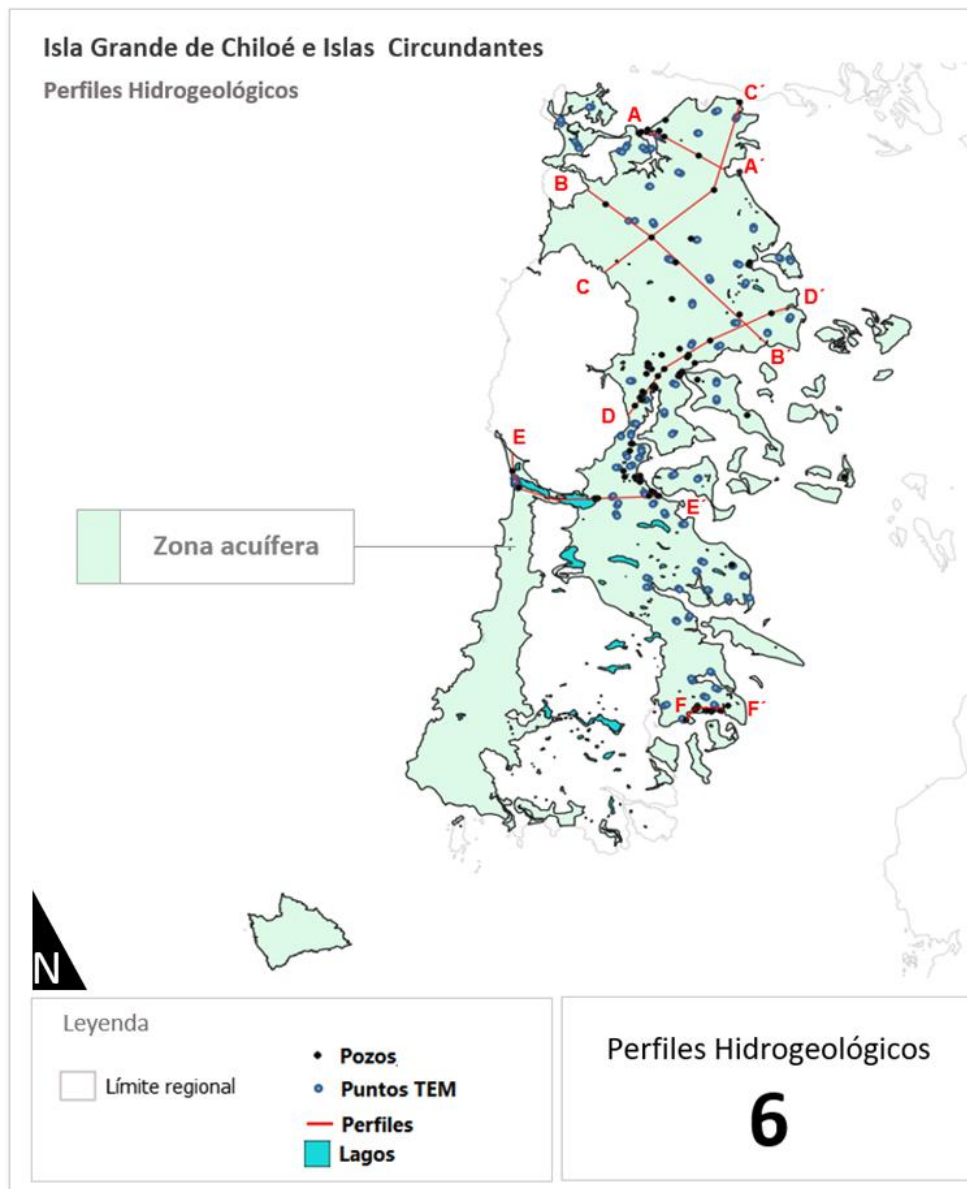
Tabla 5-1 Propiedades físicas de las unidades hidrogeológicas.

Tipo unidad hidrogeológica	Resistividad [ohm-m]	Permeabilidad [m/s]	Espesor aprox. [m]	Transmisividad [m ² /s]	Coef. Almac. (%)
UHG-1	40 - 500	$10^{-5} - 3 \times 10^{-3}$	70	$7 \times 10^{-4} - 0,21$	16
UHG-2a	10 - 40.	$10^{-8} - 10^{-5}$	50	$5 \times 10^{-7} - 5 \times 10^{-4}$	10
UHG-2b	1 - 10	$10^{-12} - 10^{-8}$	100	$10^{-10} - 10^{-6}$	7
UHG-2c	>500	-	10 - 50	-	-
UHG-3a	1 - 10	$10^{-12} - 10^{-8}$	10 - 15	$<1,5 \times 10^{-7}$	7
UHG-3b	<10 y >500	$<10^{-8}$ y $>3 \times 10^{-3}$	No definido	No definido	0

Fuente: Elaboración propia basada en (Arias D., 2012) y (Coduto, 1999)

Se han trazado 6 perfiles en la isla grande de Chiloé con el objetivo de poder presentar en profundidad las unidades hidrogeológicas mencionadas (ver Figura 5-1). Estos perfiles han sido seleccionados porque a lo largo de ellos existen derechos subterráneos cuyos expedientes incluyen estratigrafía, que corresponden a un apoyo para poder

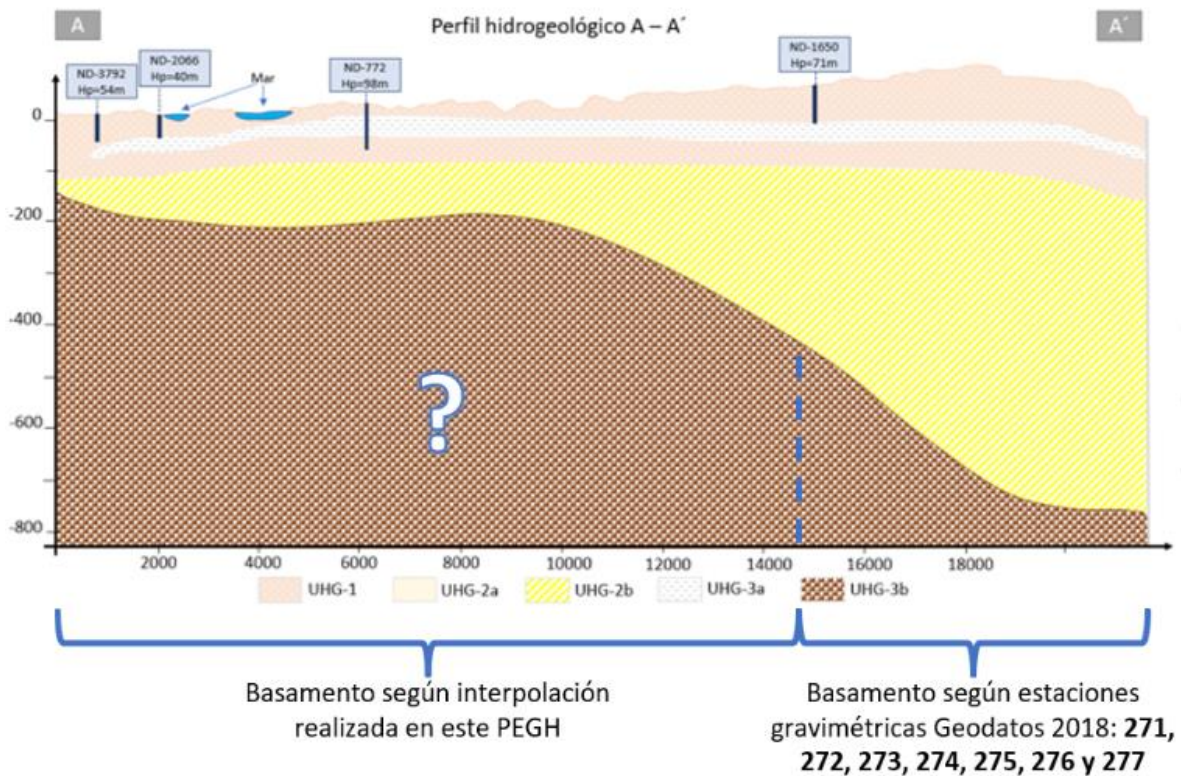
definir las unidades hidrogeológicas. Desde la Ilustración 5-1 a la Ilustración 5-6 se presentan los perfiles mencionados, donde además se mencionan las estaciones gravimétricas utilizadas para definir la cota de basamento en cada tramo. En el caso de tramos en los que no hay estaciones gravimétricas cercanas y la cota de basamento fue definida a partir de la interpolación realizada en este PEGH, se incluye un signo de interrogación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-1 Perfiles hidrogeológicos. Perfiles A-A', B-B', C-C', D-D', E-E' y F-F'

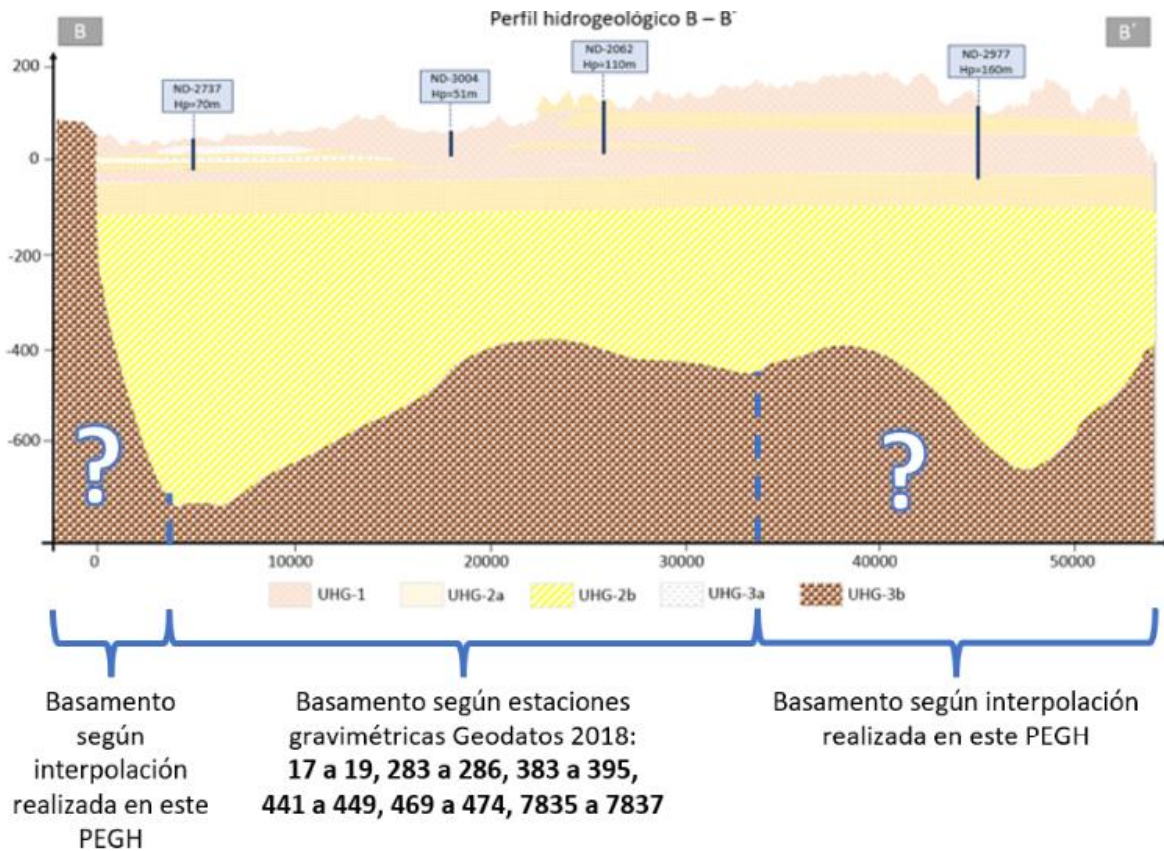
En la Ilustración 5-1 se representan las unidades hidrogeológicas en el perfil A-A'. El perfil A-A' describe como se profundiza el basamento e incrementa el espesor del relleno sedimentario desde la costa norte en Ancud hasta Linao, con dirección noroeste-sureste, reflejando hacia Linao una zona acuífera de alto interés.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5-1 Perfil hidrogeológico A-A' en el área de estudio.

Con la misma dirección que A-A', el perfil B-B' (Ilustración 5-2) se indica desde la localidad de Chepu a Dalcahue, donde se revela la sinuosidad del basamento a lo largo del perfil, indicando las zonas acuíferas de más interés de requerirse explotar el recurso subterráneo. Sin embargo, es necesario considerar que a mayor profundidad es probable el agua vaya disminuyendo su calidad debido al contenido salino en los estratos más profundos.

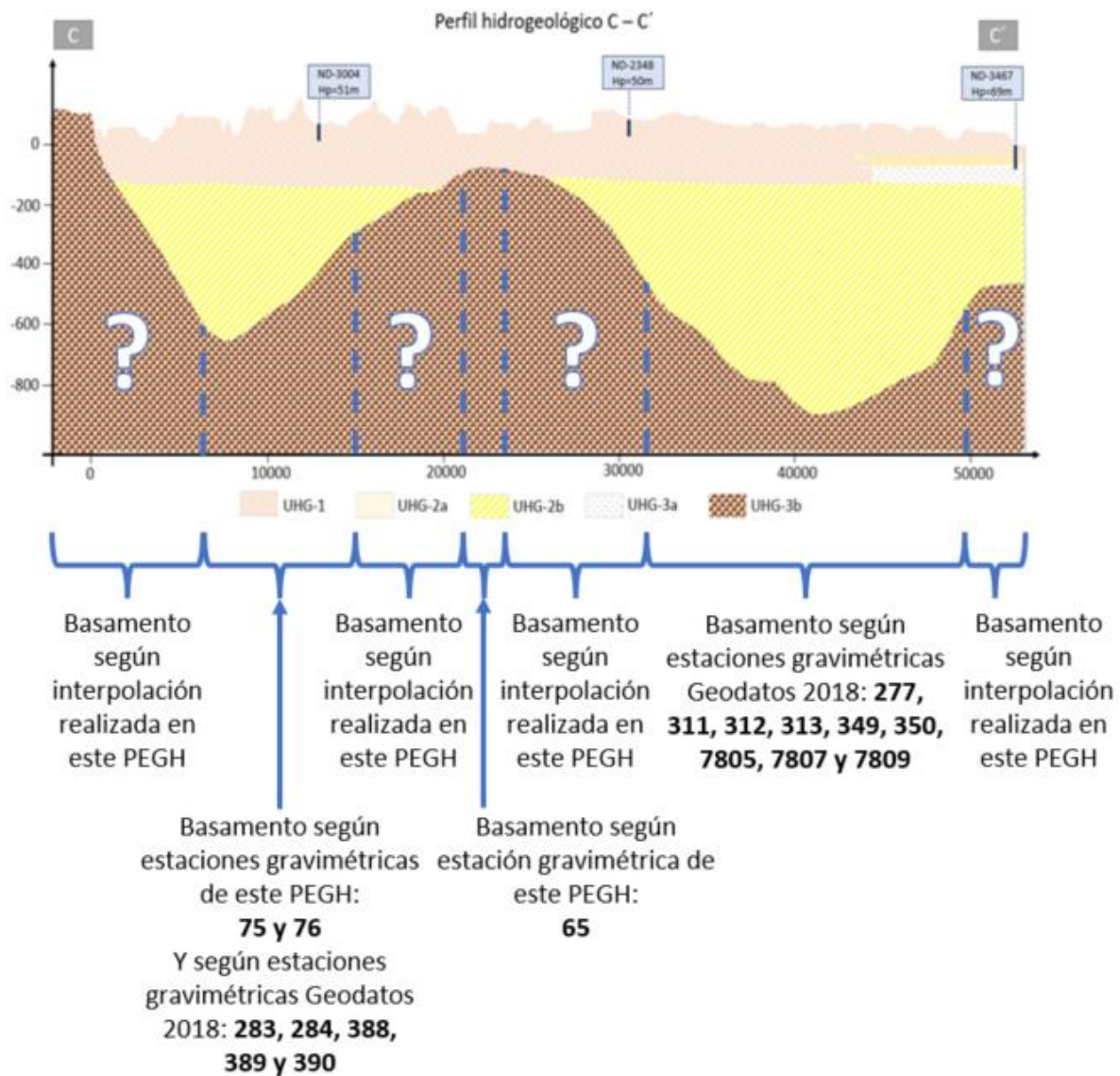


Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5-2 Perfil hidrogeológico B-B' en el área de estudio.

Se ha definido un perfil C-C' (Ilustración 5-3) desde la cordillera de la costa en el sector de Puntra hasta Chacao, con el objetivo de caracterizar en otra dirección la zona acuífera de Ancud con dirección suroeste-noreste. La gravimetría destaca la geología de la zona, mostrando un basamento que permite la formación de hoyas acuíferas profundas, superando los 800 [m] de espesor de relleno sedimentario.

Con unidades de distinta composición se muestra el perfil D-D' (Ilustración 5-4) en el sector Castro-Dalcahue. Dada la proximidad de la localidad de Castro a la cordillera de la costa, existe un menor espesor de los estratos hidrogeológicamente importantes, sin embargo, el basamento se profundiza notablemente hacia Dalcahue, superando los 600 [m] de sedimentos consolidados y no consolidados.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5-3 Perfil hidrogeológico C-C' en el área de estudio.

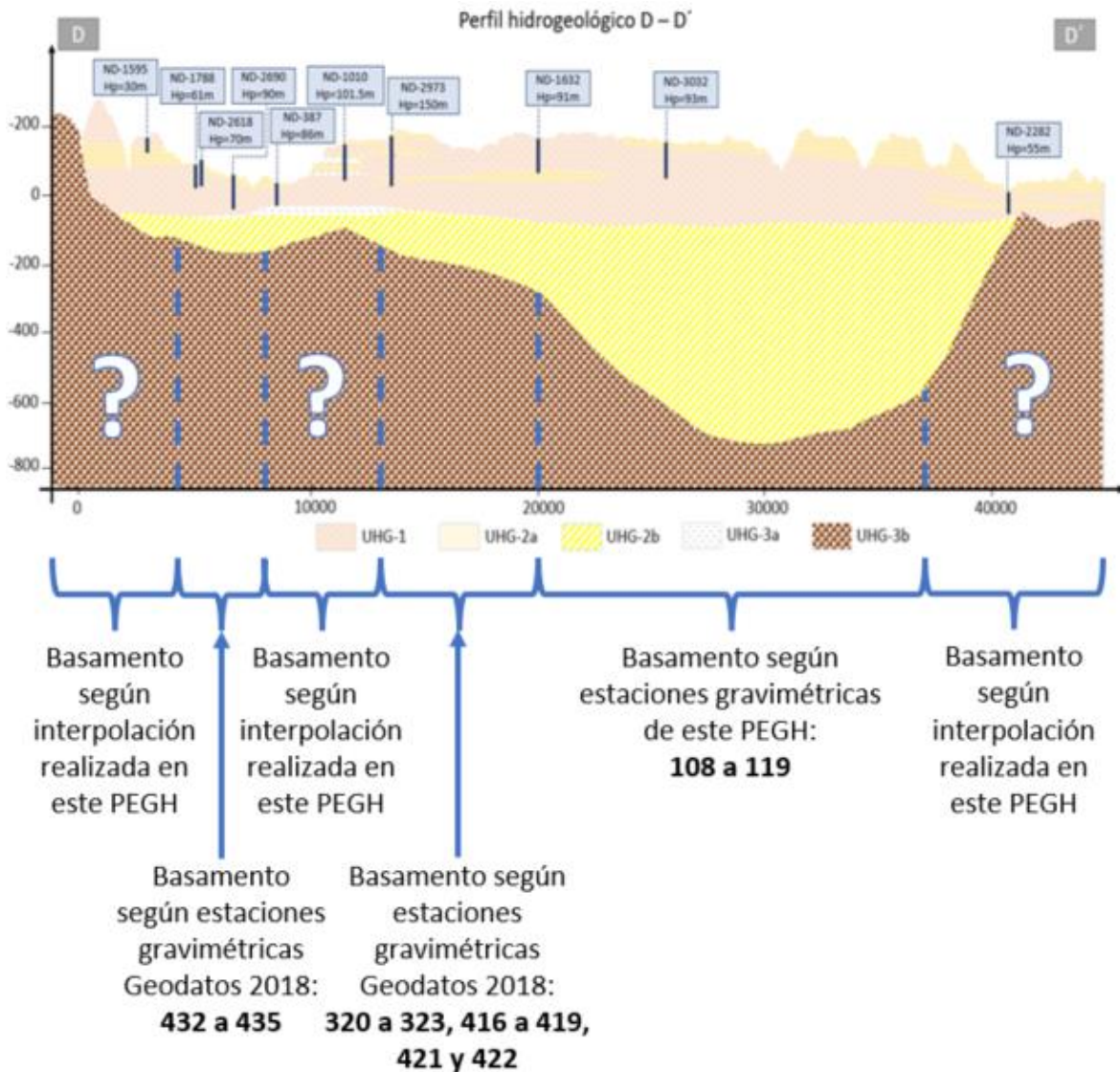
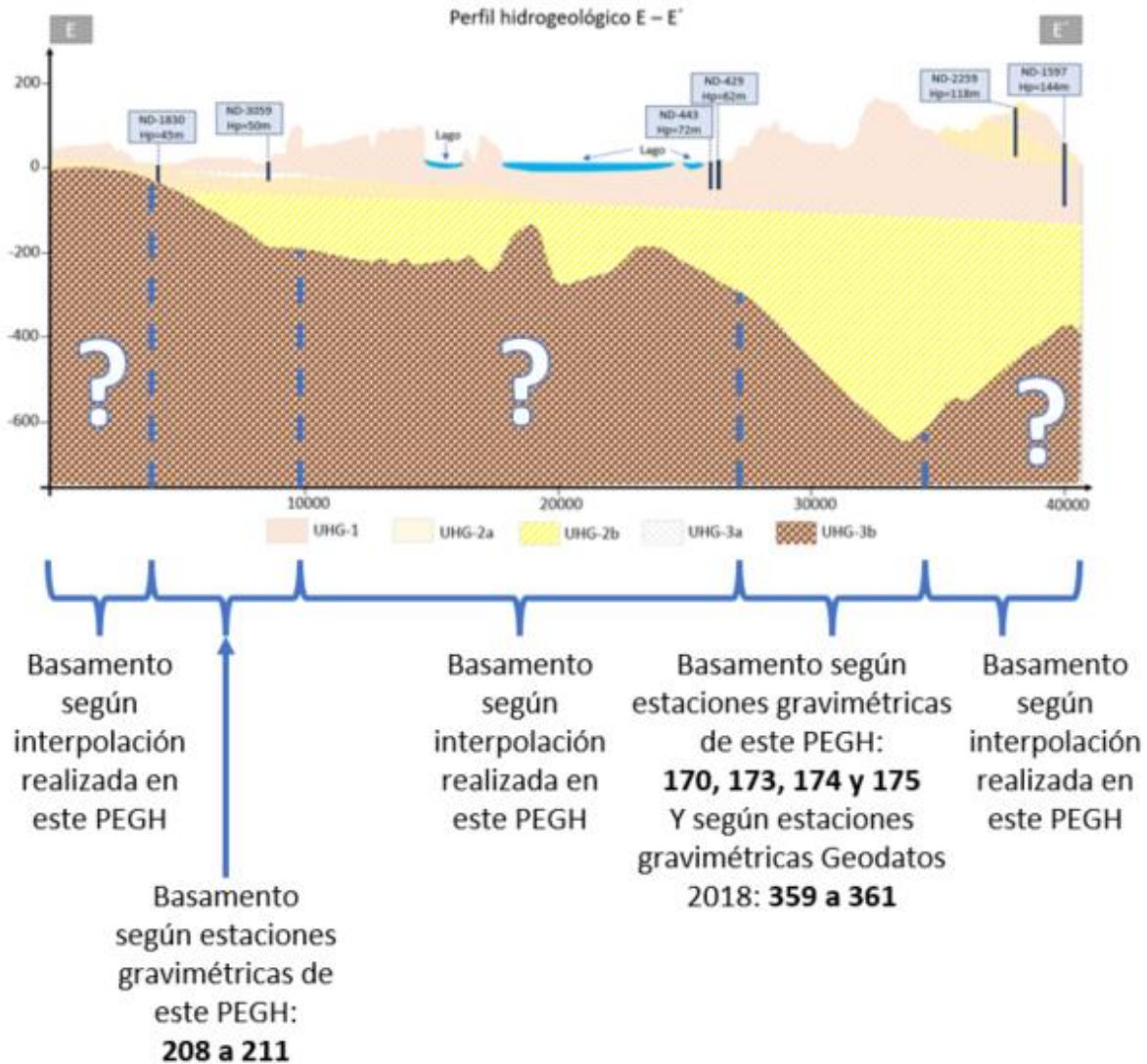


Ilustración 5-4 Perfil hidrogeológico D-D' en el área de estudio.

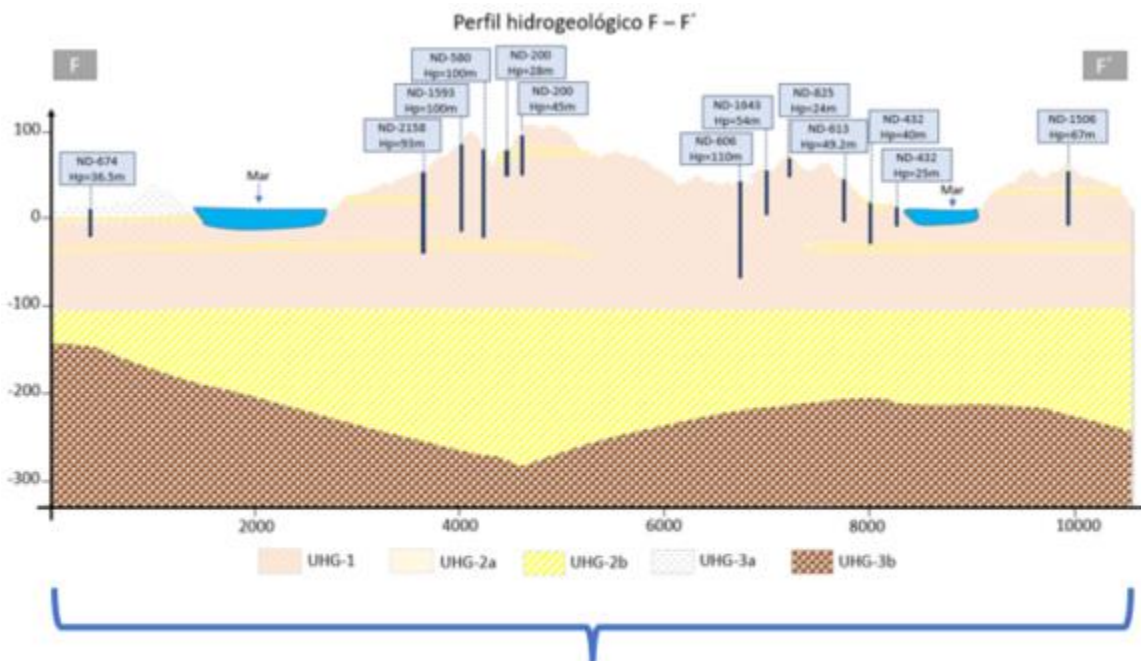
Otro sector importante hidrogeológicamente se visualiza en el territorio de Chonchi. Se ha definido el perfil E-E' con dirección oeste-este (Ilustración 5-5). Se identifica un potente espesor sedimentario de aproximadamente 600 [m] puntualmente hacia el este, característico de litologías con alta y media-baja importancia hidrogeológica.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5-5 Perfil hidrogeológico E-E' en el área de estudio.

Dado que en Quellón hay varios sondajes que permiten caracterizar los estratos en profundidad, se ha marcado el perfil F-F' (Ilustración 5-6) con dirección aproximada oeste-este. De esta manera, se refleja un basamento un poco más elevado, con espesores sedimentarios que superan los 250 [m] con unidades de alta importancia seccionada por lentes que representan sedimentos más consolidados.



Basamento según estaciones gravimétricas de este PEGH:
226, 227, 228, 230, 231 y 243
 Y según estaciones gravimétricas Geodatos 2018: **417 y 418**

Fuente: Elaboración propia

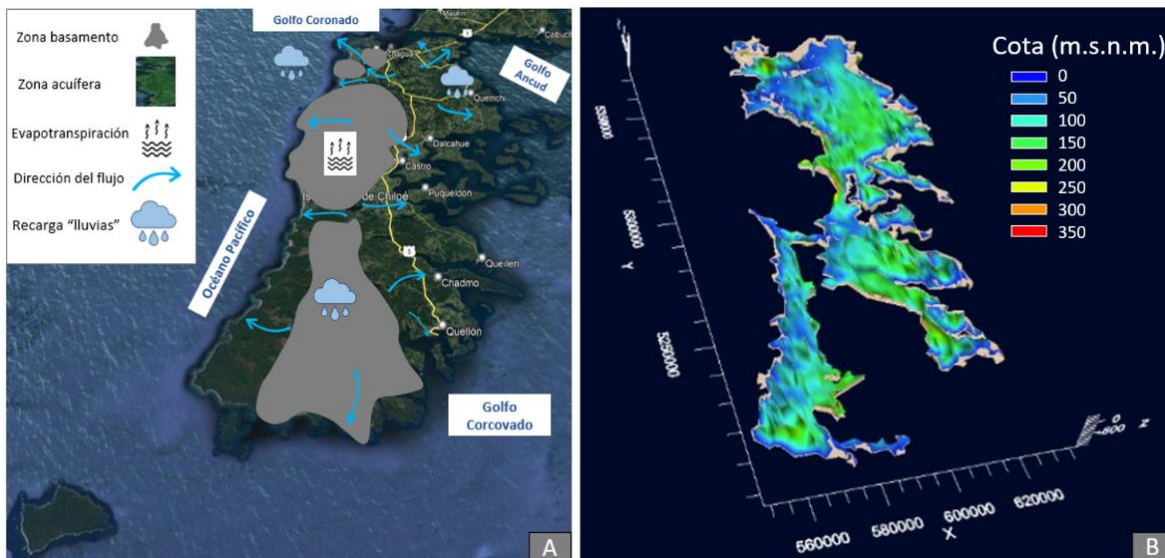
Ilustración 5-6 Perfil hidrogeológico F-F' en el área de estudio.

En síntesis, la información relevante obtenida en terreno, su procesamiento e interpretación, la estratigrafía de varios sondeos, y la comprensión hidrodinámica superficial y subterránea del área de estudio, ha permitido realizar un acercamiento al funcionamiento hidrogeológico del área de estudio dada la dinámica regional y local. Muestra de ello se indica también en la siguiente ilustración, mostrando en planta el comportamiento sintetizado del ciclo hidrológico (Ilustración 5-7 A). Esto se ve reflejado en perfiles hidrogeológicos contruidos, con sectores acuíferos profundos con capacidad de almacenar los recursos hídricos que percolan hasta los estratos profundos.

Se adjunta la visualización 3D de la zona acuífera con las unidades hidrogeológicas que han sido definidas conforme a las características del área de estudio (Ilustración 5-7 B). Destaca el espesor del estrato de la unidad hidrogeológica de alta salinización (ver desde Ilustración 5-1 a Ilustración 5-6), que se estima por interpretación de los perfiles TEM con muy baja resistividad en general en toda el área de estudio. Se puede establecer que el acuífero total de Chiloé es característico de una primera capa asociada a la unidad hidrogeológica de alta importancia hidrogeológica, en ocasiones sobreyacida por capas

de media a nula importancia hidrogeológica dada la estratigrafía y aspectos geoelectrónicos de los distintos materiales del relleno sedimentario. Los estratos asociados a la unidad hidrogeológica de media-baja importancia, en general es de poco espesor, pero puede puntualmente ser mayor. El basamento rocoso de la isla de Chiloé y circundantes en general se encuentran a gran profundidad, pero hay sectores donde este se encuentra más cercano a la superficie. Se requiere contar con más estudios para definir con más precisión las características dinámicas del acuífero.

De esta manera, se ha determinado que la isla es un macizo con relleno aluvial, erosionado por los eventos lluviosos. La fuente de recarga principal es la lluvia, por lo que la isla es un macizo con recarga vertical. Las altas pluviometrías que caracterizan al sector aumentan las recargas, y viceversa en períodos secos (verano). Las rocas antiguas que se ubican al occidente en la cordillera de la costa poseen bajas permeabilidades, y dada la elevada pluviometría se han formado lagos de distinta extensión, con infiltración baja dadas las permeabilidades existentes.



Fuente: Elaboración propia

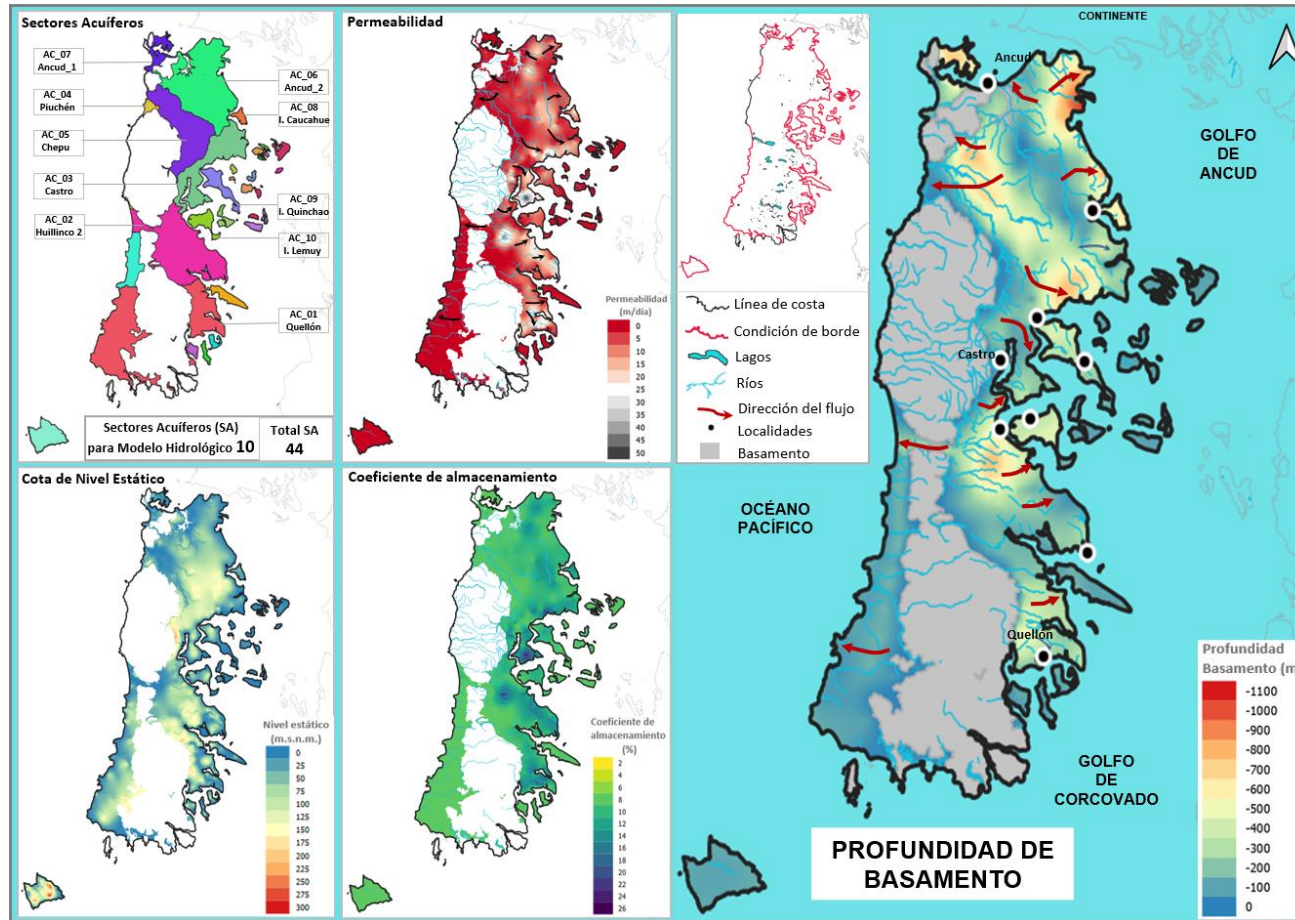
Ilustración 5-7 Representación geoespacial del acuífero en el área de estudio.

En la zona acuífera destacan espesores importantes de sedimentos ubicados principalmente al oriente del sector de estudio, indicando el alcance de la profundidad del basamento en conjunto con los volúmenes seco y húmedo de la zona de interés hidrogeológico. Las profundidades del basamento están relacionadas con la permeabilidad, porosidad y cotas de nivel estático más superficiales o profundas según



las características que poseen las formaciones geológicas del relleno sedimentario. Se observan terrazas con descensos paulatinos hacia Quellén y más abruptos en Quellón.

La dirección principal del flujo subterráneo tiene forma acampanada y se puede establecer considerando las cotas de cabecera de la hidrografía existente. El drenaje de la cuenca es hacia la costa donde ríos que nacen en la cordillera desembocan al océano Pacífico, y otros donde su flujo se dirige al norte y hacia el mar interior que envuelve a las pequeñas islas circundantes. Las condiciones de borde definidas poseen un nivel constante a partir de los límites de la zona acuífera con el mar, pero también asociadas a la densa red hidrográfica, las masas lacustres existentes de mayor extensión y la recarga definida por la relación de las precipitaciones históricas anuales promedio y los coeficientes de infiltración que caracterizan a los cauces, terrazas y lagos. Para un análisis más profundo, este acápite es detallado en el Anexo H. Como resumen de lo antes expuesto, se muestra el Modelo conceptual subterráneo, donde se pueden destacar sus características principales (Figura 5-2).



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-2 Modelo conceptual subterráneo

5.1.2 Descripción del Modelo superficial elaborado

El presente estudio comprende el desarrollo de un modelo hidrológico a través de una plataforma orientada especialmente a la modelación de aguas superficiales y a la gestión del recurso hídrico. Para la modelación, se optó por utilizar el modelo WEAP (*Water Evaluation and Planning System*). El modelo WEAP corresponde a un modelo capaz de simular y gestionar sistemas hidrológicos a nivel de cuenca, utilizando como variables de entrada a la precipitación, temperatura del aire y, opcionalmente, humedad relativa y velocidad del viento.

El modelo desarrollado en este estudio considera un paso de tiempo mensual, un periodo de modelación histórico comprendido entre abril de 1985 y marzo de 2019, y un periodo proyectado comprendido entre abril de 2019 y marzo de 2060. Este periodo proyectado incluye forzantes meteorológicas (precipitación y temperatura) en las que han sido considerados los efectos del cambio climático, dado que se utilizan los resultados de un modelo GCM obtenidos desde el estudio de DGA (2019a).

Desde el punto de vista superficial, el modelo WEAP considera los cauces principales en la cuenca, que corresponden al que se entrega en el siguiente listado:

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
| - Río Abtao | - Río Grande 02 | - Río Vilcún |
| - Río Aguas Muertas | - Río Guyunden | - Río Quilanlar |
| - Río Alcaldeo | - Río Huenocoihue | - Río Refugio |
| - Río Anay | - Río Huicha | - Río San Antonio |
| - Río Asasao | - Río Huillinco | - Río San Juan Oriente |
| - Río Ayentema | - Río Inio | - Río San Juan Poniente |
| - Río Bravo | - Río Llanco | - Río Tarahuín |
| - Río Butalcura | - Río Llicaldad | - Río Tocoihue |
| - Río Catiao | - Río Mañio | - Río Tongoy |
| - Río Chadmo | - Río Mechai | - Río Torrentoso |
| - Río Chaiquil | - Río Medina | - Río Trainel |
| - Río Chepu | - Río Metalqui | - Río Yaldad |
| - Río Cipresal | - Río Mirador | - Estero Coipomo |
| - Río Coihuin | - Río Molulco | - Estero Cudehue |
| - Río Colecole | - Río Nango | - Estero Cunao |
| - Río Colu | - Río Natri | - Estero Guamblad |
| - Río Coquiao | - Río Natri Pangal | - Estero Lechagua |
| - Río Cumpillén | - Río Negro | - Estero Mechaico |
| - Río Curi | - Río Negro o Pulpito | - Estero Paildad |
| - Río de la Zorra | - Río Pabellón | - Estero Quilchitué |
| - Río de Las Mercedes | - Río Paila | - Estero Sin Nombre 01 |



-
- | | | |
|---------------|--------------|------------------------|
| - Río Denal | - Río Pudeto | - Estero Sin Nombre 02 |
| - Río Duhatao | - Río Pudeyi | - Estero Sin Nombre 03 |
| - Río Gamboa | - Río Pumol | - Estero Sin Nombre 04 |
| - Río Grande | - Río Puntra | |

Adicionalmente, para la modelación de la cuenca, ésta ha sido subdividida en 136 subcuencas representadas en WEAP a través de elementos llamados Unidad Hidrológica, los que a su vez han sido esquematizadas en bandas de elevación y usos de suelo (ver Anexo H, sección 4.2). A partir de productos grillados, se han definido forzantes meteorológicas en las bandas de elevación de estas subcuencas, que corresponden a precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y fracción de nubosidad. Estas forzantes meteorológicas se describen y referencian en la sección 4.3 perteneciente al Anexo H, donde también se presenta en la sección 4.3.1.2 y 4.3.2.2, la evaluación de ajuste del producto CR2MET versus las observaciones de las estaciones meteorológicas presentes en la zona tanto para el escenario histórico como para el escenario proyectado.

A partir de las forzantes meteorológicas y tomando en cuenta las características de las 136 subcuencas superficiales, WEAP simula los procesos hidrológicos ocurridos en la zona de estudio considerando flujos de entrada por precipitación, flujos de evapotranspiración, percolación profunda, escorrentía superficial, flujo subsuperficial y, aunque en el caso de la zona de estudio no hay participación nival, WEAP también es capaz de simular los procesos de acumulación y derretimiento de nieve y glaciares. De esta forma, WEAP modela los procesos que son propios de la hidrología natural superficial de la cuenca y también los flujos de recarga hacia los acuíferos profundos en la cuenca.

Por otra parte, desde el punto de vista hidrogeológico de la cuenca, gracias a las campañas de gravimetría y prospecciones TEM realizadas, ha sido posible desarrollar un modelo conceptual de aguas subterráneas que permite estimar características del acuífero de la zona y así poder incluirlo en la modelación en WEAP. Este modelo conceptual de aguas subterráneas permite estimar el tamaño y profundidad del acuífero, también permite obtener órdenes de magnitud de sus permeabilidades y coeficientes de almacenamiento, niveles estáticos de la napa, dividir el acuífero en sectores acuíferos y obtener aproximaciones de coeficientes de permeabilidad que dan pie para conocer los montos aproximados de recarga de aguas subterráneas presentes en la cuenca. Como se ha mencionado, esta caracterización del acuífero de la cuenca posibilita que éste sea modelado en WEAP, aunque de manera sencilla, representándolo en una serie de elementos que esquematizan a cada sector acuífero como "recipientes" de cierta capacidad llamados elementos **Aguas Subterráneas**. En estos elementos, conforme a la modelación de los flujos superficiales realizada también en WEAP, se les ingresa el



agua afluyente a los sectores acuíferos y se les extrae el flujo efluente a éste (extracciones desde pozos o norias, por ejemplo). También en aquel modelo conceptual de aguas subterráneas, es posible estimar flujos subterráneos y su dirección, que posibilitan la representación en WEAP de los flujos entre elementos Aguas Subterráneas, es decir, los flujos entre los recipientes que considera WEAP para cada sector acuífero.

Desde el punto de vista de la actividad antrópica presente en la cuenca, se consideraron en la modelación las demandas de las principales localidades, las que corresponden a: Ancud, Achao, Castro, Chonchi, Quellón y Dalcahue. En esta misma línea de modelación de la actividad antrópica, se incluyen los sistemas de saneamiento rural (SSR); respecto a ellos, en la isla de Chiloé existen 104 sistemas sanitarios rurales o ex sistemas de agua potable rural (SSR/APR) que en su totalidad son abastecidos desde fuentes de aguas subterráneas. Dada la gran cantidad de captaciones, en el modelo éstos han sido unificados por sector acuífero. Todas estas demandas de agua son incluidas en WEAP a través de elementos **Sitio de Demanda**, en los que se especifica la cantidad de agua demandada, la fracción de agua consumida que no vuelve al sistema hidrológico, la fuente de abastecimiento y el punto de devolución de las aguas no consumidas en el caso de que el porcentaje de consumo sea menor a 100% (En el Anexo F, sección 2 se presenta en detalle el cálculo del volumen de agua demandado para APU y SSR).

Como obra de regulación importante dentro de la zona de estudio destaca el tranque Pudeto, con una capacidad de 400.000 m³ utilizado para el abastecimiento de la ciudad de Ancud y ubicado al sur de aquella localidad.

Dentro de otros aspectos relevantes para la modelación hidrológica, la actividad agrícola presente en la zona de estudio es de un tamaño poco relevante como para su consideración en la modelación hidrológica de la cuenca, por lo que no es necesario su representación en WEAP. Por otra parte, la cuenca tampoco presenta actividad hidroeléctrica ni embalses, por lo que tampoco ha sido necesario considerarlos en la modelación.

Todo lo recientemente mencionado constituye los principales aspectos a considerar en el modelo hidrológico considerando los objetivos del estudio.

Por último, una vez terminada la modelación, se contrastan los valores simulados por el modelo con las magnitudes observadas en las 2 estaciones fluviométricas presentes en la cuenca. A su vez, se cuida que la evapotranspiración real en la cuenca se comporte acorde a la evapotranspiración calculada por la DGA (2019a) y que los volúmenes en los sectores acuíferos evolucionen de manera razonable, es decir, disminuyendo o manteniendo su volumen en el tiempo.

5.1.3 Escenarios de Cambio Climático

Para la caracterización de las forzantes meteorológicas de precipitación y temperatura en el periodo de modelación proyectado, en el presente plan se toman en consideración los cuatro Modelos de Circulación General (conocidos como GCM en inglés) incluidos en el estudio Actualización del Balance Hídrico Nacional en las Cuencas de la Macrozona Sur y Parte Norte de la Macrozona Austral (DGA, 2019a) tomando como consideración un escenario de cambio climático RCP 8.5. Dentro de los escenarios definidos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), el escenario RCP 8.5 corresponde al más pesimista en términos de reducción de emisión de gases de efecto invernadero hacia el año 2100. De esta forma, la proyección de cambio climático considerada para la modelación contempla una situación asociada con precipitaciones cuyas tendencias son a la baja y temperaturas con tendencias al alza, lo que permite representar una posible falta en el recurso hídrico para la cuenca.

En la Tabla 5-2 se presentan los GCM utilizados en DGA (2019a) para representar las proyecciones de cambio climático. Los criterios utilizados para la selección de los cuatro modelos GCM son:

- **Respuesta regional a modos globales de variabilidad climática.** Influencia del Niño u Oscilación Sur (ENSO) y el Modo Anular del hemisferio sur (SAM) en la precipitación de la cuenca.
- **Sensibilidad climática.** Respuesta del sistema climático a las forzantes externas, temperatura y contestación de CO₂.
- **Cambios regionales.** Criterio local de sensibilidad a cambios de temperatura y precipitación para el escenario RCP 8.5 en una ventana temporal de 2030-2060.

Tabla 5-2 GCM utilizados en DGA (2019a) para representar las forzantes meteorológicas (precipitación y temperatura) en el periodo proyectado, considerando cambio climático

Modelo	Institución	Sensibilidad climática
CSIRO-MK3-6-0	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization in collaboration with Queensland Climate Change Centre of Excellence, Australia.	Baja Extrema
CCSM4	National Center for Atmospheric Research, USA	Baja Moderada
MIROC-ESM	Agency for Marine-Earth Science and Technology, Atmosphere and Ocean Research Institute (University of Tokyo), and National Institute for Environmental Studies, Japan.	Alta Moderada
IPSL-CM5A-LR	Institut Pierre-Simon Laplace, France.	Alta extrema

Fuente: DGA (2019a)

Para la elección del GCM a utilizar en la modelación del presente PEGH, se realizó un análisis con el objetivo de determinar el GCM que logra tener mejor ajuste al comparar

sus resultados con las magnitudes observadas en las estaciones meteorológicas de la cuenca para el periodo histórico. En el Anexo H, sección 4.3.2.2, se presentan detalles de los criterios tomados para esta elección, **resultando el modelo MIROC-ESM como seleccionado.**

5.1.4 Balance de Agua Actual

En el análisis del balance de aguas se considera periodos de tiempo según año hidrológico, estos pueden ser presentados por cuenca o SHAC según el balance hídrico superficial o subterráneo, respectivamente. Dicho el análisis define los siguientes periodos de tiempo:

- Balance histórico: abril 1990- marzo 2015 (1990-2014).
- Balance actual: abril 2015- marzo 2020 (2015-2019).
- Balance proyectado: abril 2020- marzo 2060 (2020-2059).

El **balance hídrico superficial** considera los siguientes parámetros de entrada y salida:

- **Precipitación [$\text{hm}^3/\text{año}$]:** Volumen de agua caída en el periodo analizada dentro del área geográfica estudiada.
- **Otras entradas [$\text{hm}^3/\text{año}$]:** Aporte de agua al sistema superficial por retornos de uso de agua con procedencia subterránea (SSR, APU e Industrias)
- **Evapotranspiración [$\text{hm}^3/\text{año}$]:** Pérdida de agua de los cultivos, o masa vegetal, por transpiración y del suelo por evaporación.
- **Percolación [$\text{hm}^3/\text{año}$]:** Volumen de agua infiltrado al sistema de agua subterráneas (acuíferos), por precipitación natural o riego. El modelo no considera volumen infiltrado desde cauces superficiales.
- **Escurrimiento mar por cauces superficiales naturales [$\text{hm}^3/\text{año}$]:** Volumen de agua que desemboca en el mar desde los cauces superficiales.
- **Otras salidas [$\text{hm}^3/\text{año}$]:** consumos netos de agua por uso industrial y potable de origen superficial.
- **Variación Humedad del suelo ΔV [$\text{hm}^3/\text{año}$]:** Variaciones en el volumen de agua en el volumen de control. Corresponde a la diferencia entre el incremento y la disminución en la humedad del suelo.
- **Balance [$\text{hm}^3/\text{año}$]:** Diferencia entre salidas y entradas, dicho número debe tender a ser cero para un balance coherente.
- **Error de balance [%]:** Porcentaje del error del balance respecto a la precipitación

Los flujos tomados como participante de los balances subterráneos en los SHAC son:

- **Entradas APU-APR-Industrias [$\text{hm}^3/\text{año}$]:** Volumen de agua que, una vez que es utilizada por las localidades rurales, se devuelve a la cuenca y percola hacia el acuífero. Corresponde a un flujo que ingresa al SHAC.
- **Recarga desde cuencas [$\text{hm}^3/\text{año}$]:** Volumen de agua que corresponde a la porción percolada de la precipitación natural. El modelo no considera volumen infiltrado desde cauces superficiales.
- **Salidas para SSR o APU o Industrias [$\text{hm}^3/\text{año}$]:** Volumen de agua subterránea extraído hacia la superficie para el abastecimiento de localidades urbanas, rurales o industrias. Corresponde a un caudal de salida del volumen de control.
- **Descarga hacia el mar u otros [$\text{hm}^3/\text{año}$]:** Caudal subterráneo que fluye desde el SHAC analizado hacia otros SHAC vecinos. Constituye un flujo de salida del volumen de control. Además, se considera el caudal subterráneo desembocado hacia el mar de forma natural.
- **Incremento [$\text{hm}^3/\text{año}$]:** Incrementos del volumen de agua almacenada en el volumen de control.
- **Disminución [$\text{hm}^3/\text{año}$]:** Disminuciones del volumen de agua almacenada en el volumen de control.
- **ΔV [$\text{hm}^3/\text{año}$]:** Variaciones en el volumen de agua en el volumen de control. Corresponde a la diferencia entre el incremento y la disminución en la humedad del suelo.
- **Balance [$\text{hm}^3/\text{año}$]:** Balance volumétrico aplicado sobre el volumen de control subterráneo (SHAC).
- **Error de balance [%]:** Porcentaje del error del balance, calculado como el resultado del balance ($I - Q - \Delta V$) dividido por la recarga ocurrida. Esto tiene como finalidad poner en contexto el valor obtenido en el balance y cuantificar el error obtenido en comparación con las magnitudes participantes del balance subterráneo.

La Tabla 5-3 presenta la comparación de las entradas (precipitaciones, afloramientos y otros) y salidas (evapotranspiración, percolación, infiltración al acuífero y otros) dentro del balance hídrico superficial. Se puede ver que, desde el periodo histórica al actual, se obtiene una reducción en la entrada de precipitación y un aumento de la evapotranspiración, lo que se traduce en una reducción de la escorrentía superficial, percolación y humedad almacenada en el suelo.

Tabla 5-3. Balance hídrico superficial en Chiloé. Entradas y salidas del sistema. Periodo histórico y actual hm³/año

	1990-2019	Comparación periodos	
		Histórico	Actual
Salidas entradas	1990-2019	1990-2014	2015-2019
	(hm ³ /año)	(hm ³ /año)	(hm ³ /año)
Entradas	16.984	17.038	16.714
Precipitación	16.943,6	16.997,8	16.672,5
Otras entradas	40,6	40,4	41,3
Salidas	16.982	17.037	16.712
Evapotranspiración	2.434,7	2.433,4	2.444,4
Percolación	503,2	506,7	485,3
Salida Al Mar por cauces superficiales naturales	14.014,7	14.067,2	13.752,1
Otras salidas	29,4	29,2	30,7
Variación Humedad del suelo (ΔV)	2,2	1,7	1,2
Balance	0,0	0,0	0,0
Error %	0,00%	0,00%	0,00%

Fuente: Elaboración propia en bases a datos del Modelo

En la Tabla 5-4 se presenta el desglose del balance subterráneo según las entradas y salidas en hm³/año tomando como volúmenes de control los SHAC de la cuenca. Los resultados de este balance se obtienen a partir del modelo desarrollado en WEAP. Se puede ver que, si bien flujos aumentan y disminuyen entre los periodos histórico y actual, en general se ve una tendencia de disminución del recurso hídrico subterráneo al transitar desde el periodo histórico al actual. No obstante, en este punto es importante recalcar que, dado el hecho de que el modelo no incluye una modelación subterránea sofisticada (como podría ser un modelo MODFLOW), estos valores podrían ser mejor estimados en un estudio futuro que sí contemple una modelación subterránea más especializada. De esta forma, estos valores deben ser tomados y considerados con el cuidado necesario al momento de la toma de decisiones.

Tabla 5-4 Balance hídrico subterráneo, escenario base hm³/año. Histórico (P1) y Actual (P2)

Entradas y salidas	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
	Quellón		Huillenco		Castro		Piuchén		Chepu		Ancud		Isla Caucahué		Isla Quinchao		Isla Lemuy	
Entradas [hm³/año]																		
Entradas (APU-APR-Industrias al mundo subterráneo)	0,3	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9	0,0	0,0	0,3	0,3	0,5	0,5	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,2
Recarga desde cuencas	43,3	42,2	119,2	115,6	49,8	47,6	11,3	10,9	107,4	102,5	157,7	149,3	2,4	2,3	9,0	8,6	6,6	6,3
Total	43,6	42,5	119,7	116,2	50,6	48,4	11,3	10,9	107,7	102,8	158,1	149,9	2,4	2,3	9,2	8,8	6,7	6,5
Salidas [hm³/año]																		
Extracciones (Salidas APU-APR-INDUSTRIAS desde el mundo subterráneo)	0,9	1,4	15,3	15,4	8,8	9,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,6	0,7	0,0	0,0	0,3	0,3	0,2	0,2
Descarga hacia el mar u otros	38,4	38,6	112,6	111,9	43,1	43,2	10,8	11,1	97,0	98,3	161,7	161,5	3,0	3,0	8,8	8,8	6,5	6,5
Total	39,2	40,0	127,9	127,3	51,9	52,2	10,8	11,1	97,4	98,6	162,2	162,2	3,0	3,0	9,1	9,1	6,7	6,7
Incremento almacenamiento	14,5	13,6	31,0	30,3	15,4	14,3	2,9	2,7	38,6	35,7	48,0	43,7	0,5	0,5	2,9	2,6	2,2	2,0
Decrecimiento almacenamiento	10,2	11,1	39,2	41,4	16,8	18,0	2,4	2,9	28,3	31,6	52,2	56,0	1,1	1,2	2,8	2,9	2,1	2,2
Cambio en almacenamiento humedad del suelo [hm³/año]	4,4	2,6	-8,2	-11,1	-1,3	-3,7	0,6	-0,2	10,3	4,2	-4,1	-12,4	-0,6	-0,7	0,1	-0,3	0,1	-0,2
Balance	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Error del balance (%)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Fuente: Elaboración propia

5.1.5 Balance de Agua Proyectado

De la misma forma que en el punto anterior se genera un análisis del balance proyectado. Para el caso de aguas superficiales, los datos proyectados se presentan en la Tabla 5-5.

Tabla 5-5 Balance hídrico de aguas superficiales, período proyectado

Salidas entradas	2020-2059	2020-2029	2030-2039	2040-2049	2050-2059
	(hm ³ /año)	(hm ³ /año)	(hm ³ /año)	(hm ³ /año)	(hm ³ /año)
Entradas	14.842	15.131	15.163	14.105	14.970
Precipitación	14.799,7	15.089,0	15.121,1	14.062,2	14.926,4
Otras entradas	42,5	41,9	42,2	42,7	43,2
Salidas	14.851,3	15.133,7	15.180,0	14.106,0	14.985,4
Evapotranspiración	2.289,8	2.362,9	2.310,2	2.210,4	2.275,5
Percolación	435,6	442,2	445,8	416,0	438,3
Salida Al Mar por cauces superficiales naturales	12.093,6	12.296,9	12.391,9	11.446,9	12.238,6
Otras salidas	32,4	31,6	32,1	32,7	33,1
Variación Humedad del Suelo (ΔV)	-9,1	-2,8	-16,8	-1,0	-15,9
Balance	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,1
Error %	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 5-6 presenta el balance subterráneo hm³/año en el periodo proyectado de 2021-2050.

En ambas tablas se aprecia una reducción general del recurso hídrico presente en la cuenca en comparación con los periodos histórico y actual.

Tabla 5-6 Balance hídrico subterráneo para periodo proyectado. Periodo histórico (P1) y proyectado (P2)

Entradas y salidas	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
	Quellón		Huillincó		Castro		Piuchén		Chepu		Ancud		Isla Caucahué		Isla Quinchao		Isla Lemuy	
Entradas [hm³/año]																		
Entradas (APU-APR-Industrias al mundo subterráneo)	0,3	0,5	0,5	0,9	0,7	1,3	0,0	0,0	0,3	0,4	0,5	0,8	0,0	0,0	0,2	0,3	0,1	0,2
Recarga desde cuencas	43,3	41,9	119,2	107,6	49,8	48,3	11,3	7,9	107,4	84,6	157,7	129,1	2,4	2,2	9,0	9,7	6,6	7,0
Total	43,6	42,4	119,7	108,5	50,6	49,6	11,3	7,9	107,7	85,0	158,1	129,8	2,4	2,2	9,2	10,1	6,7	7,2
Salidas [hm³/año]																		
Extracciones (Salidas APU-APR-INDUSTRIAS desde el mundo subterráneo)	0,9	2,7	15,3	15,8	8,8	9,5	0,0	0,0	0,3	0,6	0,6	1,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,2	0,3
Descarga hacia el mar u otros	38,4	38,9	112,6	108,6	43,1	44,3	10,8	7,8	97,0	98,0	161,7	157,0	3,0	3,0	8,8	8,9	6,5	6,5
Total	39,2	41,6	127,9	124,4	51,9	53,8	10,8	7,8	97,4	98,6	162,2	157,9	3,0	3,0	9,1	9,3	6,7	6,8
Incremento almacenamiento	14,5	14,8	31,0	31,3	15,4	16,4	2,9	2,6	38,6	28,0	48,0	37,2	0,5	0,5	2,9	3,9	2,2	2,7
Decrecimiento almacenamiento	10,2	13,9	39,2	47,3	16,8	20,6	2,4	2,5	28,3	41,5	52,2	65,3	1,1	1,3	2,8	3,1	2,1	2,4
Cambio en almacenamiento humedad del suelo [hm³/año]	4,4	0,8	-8,2	-16,0	-1,3	-4,2	0,6	0,0	10,3	-13,5	-4,1	-28,1	-0,6	-0,8	0,1	0,8	0,1	0,4
Balance	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Error del balance (%)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Brechas Hídricas

Las brechas hídricas en la cuenca se identifican como resultado del diagnóstico de la línea base realizada para el presente estudio. Esta información es presentada según la estructura planteada para la formulación del plan.

La Tabla 5-7 presenta la Síntesis de brechas en la gestión de los recursos hídricos de la cuenca, para cada uno de los ejes estratégicos propuestos, las que se detallan en los numerales siguientes.

Tabla 5-7. Síntesis de brechas en la gestión de los recursos hídricos de la cuenca

Eje estratégico	Id	Nombre de la Brecha	Alcance
Seguridad Hídrica para las Personas	BPER 1	Aumento de la demanda de agua en zonas urbanas	4,12 hm ³ al año 2060
	BPER 2	Aumento de la demanda de agua en zonas rurales	2,16 hm ³ al año 2060
	BPER 3	Población en riesgo de abastecimiento de agua potable	5.735 personas con riesgo de abastecimiento de agua
	BPER 4	Déficit de saneamiento en sectores urbanos y rurales	42,1% de la población sin acceso a saneamiento
	BPER 5	Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales	7,8% arranques pendientes (estimado de 1.642 arranques)
Seguridad hídrica para los Ecosistemas	BECO 1	Caudal ecológico insuficiente	86% al año 2060
	BECO 2	Deterioro de ecosistemas acuáticos	Varios factores sobre humedales costeros
	BECO 3	Pérdida y degradación de vegetación terrestre	13.497 ha de bosque nativo perdidas en los últimos 20 años
	BECO 4	Degradación y desertificación	18.868 ha con erosión severa o muy severa
Seguridad Hídrica para el Desarrollo Productivo	BPRO 1	Seguridad Hídrica para la Agricultura Familiar Campesina	6.283 pequeños productores expuestos
Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos	BEXT 1	Insuficiencia de mecanismos de respuesta ante el cambio climático	Situación de emergencia agrícola generalizada en 2020 y 2021
Gestión Institucional	BGES 1	Deficiencias en la generación de información hidrológica e hidrogeológica	Falta de estaciones fluviométricas, meteorológicas y de niveles de pozos
	BGES 2	Deficiencias en el estado de los derechos de aprovechamiento de aguas	Desactualización de derechos de aprovechamiento de agua producto de modificaciones al Código de Aguas.

Eje estratégico	Id	Nombre de la Brecha	Alcance
	BGES 3	Deficiencias en la fiscalización de usos irregulares del agua	Extracciones no regularizadas de aguas subterráneas, producto de la disminución de las fuentes superficiales.
Gobernanza	BGOB 1	Insuficiencia de las estructuras actuales para dar cuenta de la complejidad de los problemas de la cuenca	Falta de una respuesta coordinada para atender las brechas de abastecimiento de agua a nivel particular, en un contexto de usuarios multiactivos

Fuente: Elaboración propia

5.2.1 Seguridad Hídrica para las Personas

Respecto de la seguridad hídrica para las personas, el problema central identificado es la **baja disponibilidad del agua para consumo humano y de saneamiento**, debido a tres razones principales: la primera, el incremento de la población durante la época estival, la segunda, la falta de cobertura de saneamiento en islas de baja extensión y sectores rurales, y la tercera, el aumento de la población residente en la isla en general, post pandemia COVID-19, razón por la cual sigue aumentando la población en la isla, proyectándose nuevas redes eléctricas, pero no redes de abastecimiento sanitaria.

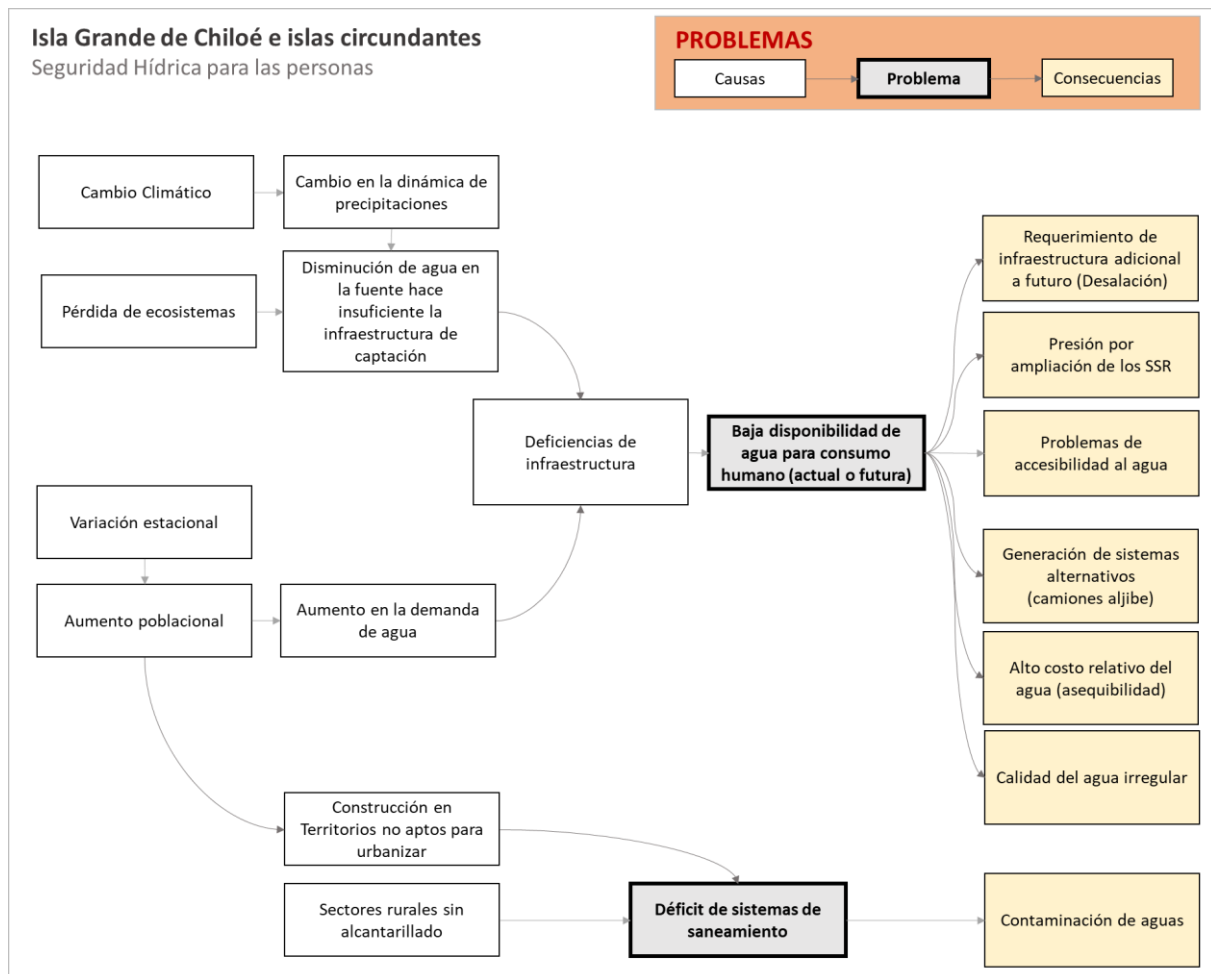
Un problema observado en la actualidad es la precariedad de abastecimiento en localidades urbanas como Ancud, que ha estado cerca del racionamiento pese a contar con el tranque Pudeto.

Respecto del aumento de población en época estival, destaca lo mencionado por la Ilustre Municipalidad de Quemchi, sector en donde la capacidad de carga en el verano es un tema urgente, dada la sobrecarga de los sistemas debido a la oscilación de la población. Ante esta situación, se indica la necesidad de identificar futuras zonas de aprovisionamiento desde fuentes subterráneas.

Un segundo problema identificado frecuentemente, es la falta de cobertura de agua potable que mucha población rural carece, ya que muchas islas carecen de Servicios Sanitarios Rurales. La cantidad de población abastecida mediante Servicios Sanitarios Rurales está muy por debajo de la demanda actual, y de la población que se encuentra en lista de espera para una solución. Por ejemplo, en el sector de Nalhuitad, existen hoy 500 arranques que abastecen a unas 2.000 personas, pero hay un importante listado población esperando por la solución. La problemática descrita, se grafica en la Ilustración 5-8.

Finalmente, se tiene un aumento poblacional de tipo disperso, producto de las parcelaciones de terrenos de uso agrícola. En este caso, las nuevas viviendas alteran las proyecciones de desarrollo de los Servicios Sanitarios Rurales, disminuyendo la vida útil de las redes de

distribución; y generan demandas de abastecimiento en aquellos sectores que no cuentan con disponibilidad de agua en verano. Adicionalmente, en el caso de la construcción de viviendas en torno a sectores urbanos, no necesariamente los terrenos habitados cumplen con las condiciones necesarias para ser urbanizados.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5-8 Árbol de problemas para las personas

5.2.1.1 BPER 1 Déficit de abastecimiento de agua en zonas urbanas

El déficit de agua se manifiesta en la actualidad en ciudades como Ancud, la cual pese a contar con la regulación del tranque Pudeto (con una capacidad de 0,4 hm³), ha visto como esta fuente de agua se reduce en los meses de verano producto de la disminución de precipitaciones.

En complemento, se estimó la brecha hídrica futura en torno al consumo humano en áreas urbanas siguiendo la tendencia proyectada de la población urbana en la cuenca. Dado que en general existe un aumento proyectado de la población, la producción de agua potable urbana también crecerá en todas las unidades de gestión.

Los resultados indican que se tiene una brecha relacionada con el déficit hídrico para consumo humano en áreas urbanas de **4,12 hm³/año**, que corresponde al incremento esperado de la demanda entre los años 2021 y 2060 (Tabla 5-8).

Tabla 5-8. Brecha de producción de agua potable urbana según tendencia proyectada al 2060 (hm³/año)

Ciudad	Consumo proyectado (hm ³ /año)					Brecha (2021-2060) (hm ³ /año)
	2021	2030	2040	2050	2060	
Ancud	2,63	3,05	3,51	3,97	4,43	1,80
Dalcahue	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,01
Achao	0,23	0,26	0,29	0,33	0,36	0,13
Castro	2,97	3,25	3,56	3,87	4,18	1,21
Chonchi	0,53	0,53	0,53	0,54	0,54	0,01
Quellón	1,45	1,67	1,92	2,16	2,41	0,96
Total	8,35	9,30	10,36	11,41	12,47	4,12

Fuente: Elaboración propia a partir de datos SISS

Esta brecha se calculó considerando una cobertura total para el período actual.

Adicionalmente, a lo menos 1.189 personas dentro del radio urbano se abastecen mediante pozos, ríos, vertientes, camiones aljibe u otras fuentes no identificadas. Esta proporción equivale al 0,7% de la población total. Esta población se consideró dentro de la brecha BPER 3.

Adicionalmente a la precariedad de abastecimiento en la localidad de Ancud, la evaluación de abastecimiento en el escenario tendencial N°2, Aumento Poblacional, señalan que adicionalmente los niveles de cobertura de las demandas urbanas comienzan a ser menores que 100% desde el año hidrológico 2056 en las localidades de Quellón y Castro, llegando a coberturas de 91%.

5.2.1.2 BPER 2 Déficit de abastecimiento de agua en zonas rurales

De manera similar a lo observado en la localidad de Ancud, múltiples Servicios Sanitarios Rurales han experimentado problemas con las fuentes de agua producto principalmente de la disminución estival de precipitaciones, y ya sea por disminución directa de la disponibilidad de agua o bien producto de la insuficiencia de la infraestructura de captación, ante esta nueva condición hidrológica. Un ejemplo de esto es la suspensión del servicio nocturno de agua potable que experimentó la localidad de Quemchi, en el verano de 2022²⁶.

La brecha hídrica futura en torno al consumo humano en áreas rurales se calculó siguiendo la tendencia proyectada de la población rural menor al 1%.

Los resultados indican que se tiene una brecha relacionada con el déficit hídrico para consumo humano en áreas rurales de **2,16 hm³/año**, que corresponde al incremento esperado de la demanda entre los años 2021 y 2060 (Tabla 5-9).

Tabla 5-9. Brecha de producción de agua potable rural según tendencia proyectada al 2060 (hm³/año), por comuna

Comuna	Consumo proyectado (hm ³ /año)					Brecha (2021-2060) (hm ³ /año)
	2021	2030	2040	2050	2060	
Ancud	0,75	0,83	0,93	1,02	1,11	0,36
Castro	1,09	1,21	1,35	1,48	1,62	0,53
Chonchi	0,54	0,60	0,67	0,73	0,8	0,26
Curaco de Vélez	0,23	0,26	0,29	0,32	0,35	0,12
Dalcahue	0,32	0,36	0,40	0,44	0,48	0,16
Puqueldón	0,22	0,25	0,27	0,30	0,33	0,11
Queilén	0,39	0,43	0,48	0,52	0,57	0,18
Quellón	0,52	0,58	0,64	0,70	0,76	0,24
Quemchi	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,05
Quinchao	0,31	0,34	0,38	0,42	0,46	0,15
Total	4,46	4,96	5,51	6,07	6,62	2,16

Fuente: Elaboración propia en base a datos DOH (2021)

Esta brecha se calculó considerando una cobertura total para el período actual. Sin embargo, a lo menos 4.546 personas de sectores rurales se abastecen mediante pozos,

²⁶ Revisado en <https://www.biobiochile.cl/especial/aqui-tierra/noticias/2022/02/08/escasez-hidrica-en-quemchi-suspenden-servicio-de-agua-potable-durante-la-noche.shtml>

ríos, vertientes, camiones aljibe u otras fuentes no identificadas. Esta proporción equivale al 2,7% de la población total. Esta población se consideró dentro de la brecha BPER 3.

5.2.1.3 BPER 3 Población en riesgo de abastecimiento de agua potable

Para identificar la población en riesgo de abastecimiento de agua potable se tomó como referencia el Censo de Población y Vivienda del año 2017 (INE), específicamente la identificación de número de viviendas abastecidas por pozos o norias, camiones aljibe, fuentes superficiales (ríos, vertientes, esteros, canales, lagos), o de origen de agua ignorado. Si bien es una información que cuenta con algunos años de antigüedad, proporciona una metodología estándar que permite comparar distintas cuencas entre sí. Adicionalmente, el número de viviendas corresponde a las viviendas con moradores al momento del Censo.

En lo principal, se tomó la información contenida en la pregunta número cinco del CENSO 2017, que consulta sobre el "origen del agua" de cada vivienda. En esta pregunta se despliegan las opciones de "Red Pública", que podría corresponder al agua entregada por las empresas sanitarias o un SSR, "Pozo o noria", "Camión aljibe" y finalmente "Río, vertiente, estero, canal, lago" entendidos como afloramientos.

La información desagregada a nivel comunal fue ponderada en relación con el porcentaje de la comuna emplazada dentro de la cuenca, para obtener una proporción de las viviendas por fuente de agua dentro del área de estudio. Se estimó de esta forma un total de 2.413 viviendas en condición de riesgo de abastecimiento, de las cuales el 39,1% corresponde a pozos o norias, el 50,3% a fuentes superficiales, y el 8,4% a camiones aljibe (Tabla 5-10).

Con el propósito de estimar la brecha hídrica potencial, se ponderó el número de viviendas por el promedio de habitantes por vivienda comunal obtenido a partir del Censo 2017. Se consideró una dotación de 150 litros por persona al día (sin incorporar pérdidas de conducción), y se obtuvo la demanda en riesgo. Esto no quiere decir que se trate de una brecha insatisfecha, pero sí permite tener una idea de la demanda que potencialmente se podría ver afectada por una reducción de las fuentes naturales. De esta forma, el volumen de agua abastecida en condiciones de riesgo es de 627.929 m³ al año.

Tabla 5-10. Cantidad de Viviendas en sectores dispersos

Comuna	Pozo o noria	Camión aljibe	Río, vertiente, estero, canal, lago, etc.	Origen de agua ignorado	Total
Ancud	317	47	177	18	560
Quemchi	32	5	41	1	79
Dalcahue	58	7	156	3	224
Curaco de Vélez	1	0	4	0	5
Castro	50	2	52	6	110
Chonchi	127	21	161	5	314
Puqueldón	3	0	5	0	7
Quinchao	7	0	12	0	19
Queilén	11	2	23	0	36
Quellón	337	119	584	20	1.060
Total	943	203	1.214	54	2.413
	39,1%	8,4%	50,3%	2,2%	100,0%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos INE (Censo 2017).

Tabla 5-11. Cantidad de Personas y brecha potencial de abastecimiento de agua

Comuna	Nº de viviendas	Promedio de personas por vivienda	Personas (cantidad)	Dotación (litros por persona al día)	Brecha hídrica (m ³ /año)
Ancud	560	4,6	1.287	150	140.944
Quemchi	79	4,3	171	150	18.735
Dalcahue	224	4,9	544	150	59.598
Curaco de Vélez	5	4,5	11	150	1.220
Castro	110	4,9	266	150	29.167
Chonchi	314	4,4	695	150	76.140
Puqueldón	7	4,8	17	150	1.898
Quinchao	19	4,5	43	150	4.655
Queilén	36	4,4	79	150	8.655
Quellón	1.060	4,9	2.620	150	286.917
Total	2.413		5.735		627.929

Fuente: Elaboración propia a partir de datos INE (Censo 2017).

5.2.1.4 BPER 4 Déficit de saneamiento en sectores urbanos y rurales

Para la identificación de la población que no cuenta con acceso al saneamiento dentro de la cuenca, se trabajó con distintas fuentes de datos.

- Memoria de ESSBIO (2021) señala que el 93,25% de la población atendida por la sanitaria cuenta con acceso alcantarillado.
- En complemento, no se identificaron SSR con tratamiento de aguas servidas, por lo que se incorporó a estas personas.
- Se utilizó además las estadísticas provistas por BPER 3.

Corresponde a la proporción (%) de Personas que tienen acceso a la gestión de Aguas Servidas, urbanas o rurales en relación a la población total. Se determinó en base al Censo de Población de 2017 (Tabla 5-12).

Tabla 5-12 Brecha de acceso a saneamiento

Partidas	Con acceso	Sin acceso	Total	Fuente
Población urbana	96.037	8.085	104.123	Población con abastecimiento se obtuvo desde Memoria ESSBIO (2022). (93,25%)
Población rural	0	61.700	61.700	Población sin abastecimiento se estimó a partir de SSR a lo que se suman 2.006 personas abastecidas mediante camiones aljibe.
Total	96.037	69.785	165.823	
Total (%)	57,9%	42,1%	100,0%	

Fuente: Elaboración propia

5.2.1.5 BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales

Se realizó una encuesta a 20 Servicios Sanitarios Rurales de la cuenca (19,2% del total), con el propósito de identificar las brechas que existen a nivel legal, administrativo y operacional. En la Tabla 5-13 se presentan los SSR encuestados.

Tabla 5-13. Servicios Sanitarios Rurales encuestados

N°	Nombre	Comuna	Fuente de Agua	N° de arranques	N° de arranques pendientes
1	Coquiao	Ancud	Superficial	90	4
2	Punta Chilén	Ancud	Superficial	-	-
3	Quetalmahue	Ancud	Superficial	240	0
4	Comité Chaiguén	Quemchi	Subterránea	20	0
5	Mocopulli	Dalcahue	Superficial	625	40
6	Ñiucho	Dalcahue	Subterránea	292	6
7	Huyar Alto	Curaco de Vélez	Superficial	190	0
8	Rúa Cima Bajo	Castro	Superficial	59	0
9	La Estancia Castro	Castro	Superficial	90	10
10	Pidpid	Castro	Superficial	745	200
11	Huillinco	Chonchi	Superficial	92	7
12	Quinched	Chonchi	Superficial	110	0
13	Ichuac	Puqueldón	Superficial	62	0
14	Puqueldón	Puqueldón	Subterránea	400	2
15	Aldachildo	Puqueldón	Superficial	72	0
16	Chulchuy	Puqueldón	Superficial	57	0
17	Lelbún Aituy	Queilén	Subterránea	250	10
18	El Esfuerzo	Quellón	Superficial	-	-
19	Río Lolle	Quellón	Superficial	97	15
20	Trincao	Quellón	Superficial	82	8
TOTAL				3.573	302

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 5-13 se tiene que el 80 % de los SSR se abastece mediante fuentes superficiales, y el 20% de fuentes mixtas o subterráneas. El 50 % de los SSR tiene arranques pendientes, sin embargo, para proyectar el número de arranques pendientes a nivel global se debe realizar un análisis estadístico. Para esto se estratificó la muestra en cuatro sectores dentro del archipiélago para precisar la estimación de arranques pendientes a nivel global. Los sectores son (Tabla 5-14):

- Norte, compuesto por las comunas de Ancud, Quemchi y Dalcahue
- Centro, compuesto por las comunas de Castro y Chonchi
- Sur, compuesto por las comunas de Queilén y Quellón
- Insular, compuesto por las comunas de Curaco de Vélez y Puqueldón

En complemento, se procesó la información de los SSR entrevistados, con el propósito de disponer de una aproximación para inferir el estado de los SSR del archipiélago. Del total de SSR, 5 corresponden al sector norte (Ancud, Quemchi y Dalcahue); 5 al sector centro (Castro y Chonchi); 5 al sector sur (Quemchi y Cucao); y 5 a islas principales (Quinchao, Curaco de Vélez, Puqueldón). La información se presenta sistematizada en la Tabla 5-15.

Tabla 5-14. Estimación de arranques pendientes a nivel global

Sector	SSR por sector (n)	Arranques por sector (n)	Arranques pendientes (%)	Arranque pendientes (n)
Norte	32	4.818	4,9%	236
Medio	30	6.737	16,7%	1.123
Insular	23	3.160	0,3%	8
Sur	19	3.720	7,3%	273
Total	104	18.435	7,8%	1.642

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-15. Caracterización de los SSR de la cuenca

Partida	% SSR que SI cumple	% SSR que NO cumple
Aspectos Legales		
El SSR tiene inscritos todos sus derechos de aprovechamiento de agua	70	30
El SSR cuenta con sus servidumbres de paso al día	65	35
El SSR es propietario de los terrenos que utiliza	50	50
El SSR cuenta con Resolución Sanitaria	70	30
El SSR tiene sus estatutos al día con la Ley 20.998	30	70
Aspectos Administrativos		
El SSR tiene sus dirigentes al día	35	65
El SSR no tiene problemas de morosidad	85	15
El SSR cuenta con procedimientos internos escritos y no tiene problemas de administración	55	45
Aspectos Operacionales		
El SSR no tiene problemas con la fuente de agua	95	5
El SSR No requiere mejoras en infraestructura de captación (si se conecta por 52bis, no requiere mejoras)	75	25
El SSR requiere mejoras en infraestructura de conducción, impulsión u otras	60	40
El SSR cuenta con tratamiento de las aguas servidas	0	100

Fuente: Elaboración propia

De esta tabla se tiene que el 30 % de los SSR presenta problemas con la inscripción de sus derechos de aprovechamiento de agua, que el 42 % tiene problemas de tipo administrativo, y el 43 % de tipo operacional.

Se realizó además un análisis de la participación de mujeres en los SSR, concluyéndose que el 70 % cuenta con mujeres en sus directorios, y que el 15 % del total de SSR cuenta con una presidenta.

5.2.2 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas

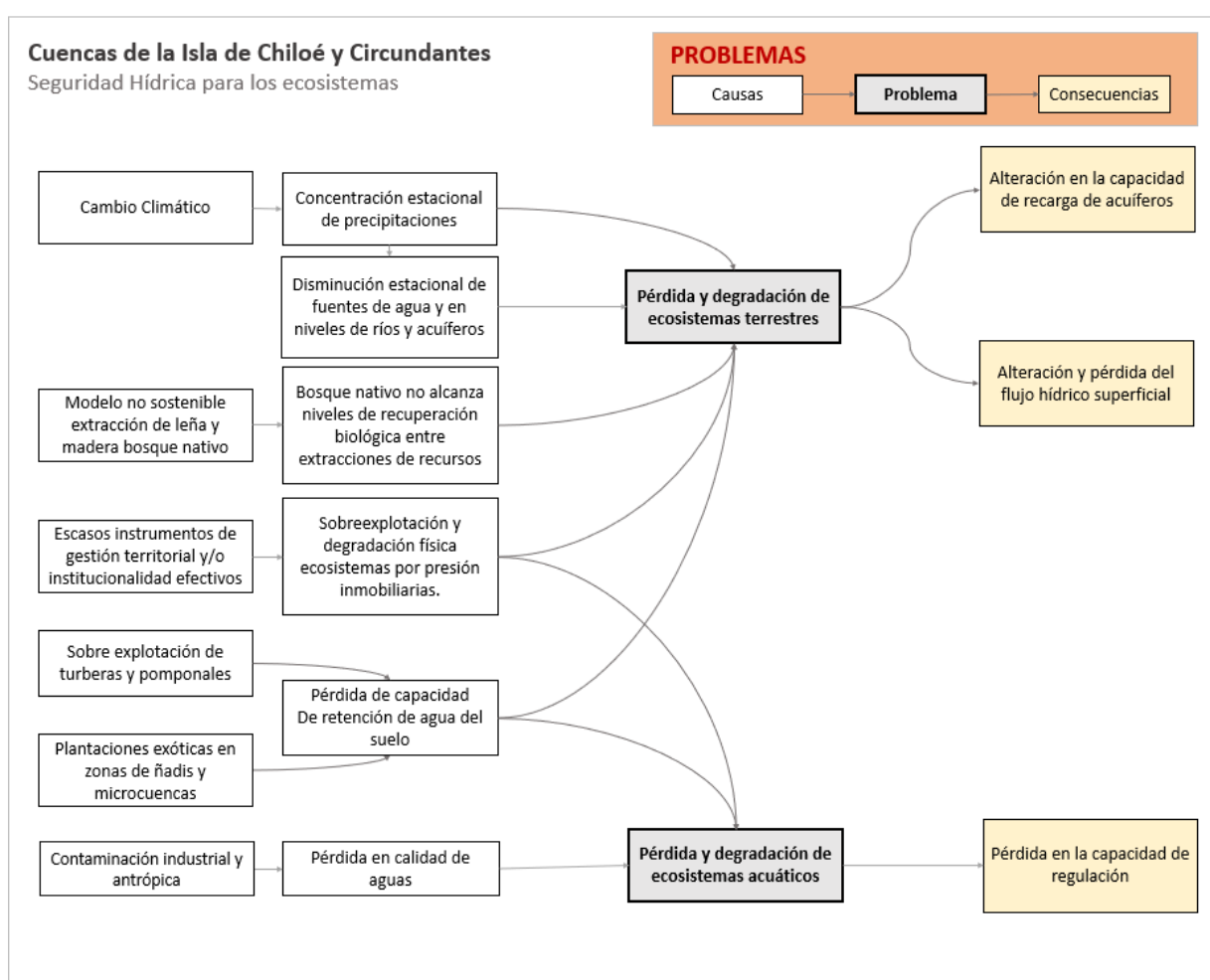
El análisis de la cuenca concluyó que el problema central de este punto es la pérdida y deterioro de ecosistemas terrestres y acuáticos, principalmente por un bajo nivel de planificación territorial respecto a estas unidades. Esto genera una pérdida de hábitat, biodiversidad, servicios ecosistémicos (Ilustración 5-9).

En la zona cuenca de estudio los problemas centrales identificados corresponden a la pérdida y/o degradación de los ecosistemas acuáticos y terrestres, asociado esto a un aprovechamiento o uso no sostenible de estos espacios. Aparecen listadas como las causas principales: Cambio Climático, Falta de instrumentos y normativa que garantice una adecuada gestión territorial, también es importante la contaminación industrial y antrópica producto de la presión sobre los estos espacios naturales, y un manejo no sostenible de dos ecosistemas que son cruciales en el ciclo hidrológico: Turberas y Bosque Nativo.

Los ecosistemas se ven alterados por las actividades productivas, por reemplazo como resultante de una mala gestión territorial referida a la presión inmobiliaria de parcelaciones agrícolas y loteos brujos, sumada además el cambio climático que ha variado la distribución anual de las precipitaciones en la Isla, factores que indican en una afectación en la calidad y cantidad de mantos acuíferos y de los cursos superficiales.

Desde el año 2001, y aunque no en superficies significativas respecto al área total de la cuenca, se observan cambios que corresponden a aumento de núcleos urbanos o residenciales, como también se visualiza disminución en las superficies y/o cobertura de cubierta vegetal (bosque nativo). Actores relevantes de la zona indican además la presión existente sobre los cuerpos de aguas (humedales, cursos de aguas, etc.) producto de actividades como el desarrollo de centros habitacionales (parcelaciones) y de actividades productivas como la extracción de leña y madera y la extracción de pomponales.

Se identifica también una línea causal de la problemática en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, producto principalmente de actividades industriales y humanas residenciales. En el trabajo con los actores claves se determinaron brechas en relación con el deterioro de la calidad de las aguas, las cuales corresponderían a falta de monitoreo de calidad de aguas, obligación de saneamiento de aguas residuales de Servicios Sanitarios Rurales y en la falta de preocupación sobre las deposiciones de aguas residuales de viviendas rurales. Esto afecta tanto a la calidad de las aguas como también a otros usuarios, principalmente agricultores, aguas debajo de la cuenca.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5-9 Árbol de problemas para ecosistemas

Se revisó la cuenca en el Explorador de Ecosistemas de Agua Dulce de la Organización de Naciones Unidas (ONU, 2021), que realiza un seguimiento a la extensión de los ecosistemas acuáticos, en su dinámica permanente y estacional, con el propósito de evaluar el cumplimiento de la meta 6.6.1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En esta cuenca el explorador señala que en los últimos 5 años las cuencas que presentan mayor superficie de humedales han disminuido más en sus masas de agua, principalmente aguas permanentes y secundariamente aguas estacionales.

Respecto de la brecha hídrica, se reconoce que los humedales son muy diversos en el territorio. Los ecosistemas lóticos generan áreas de inundación donde se desarrollan bosques anegados, hualves y manglares. Además, los ríos proveen de agua a los sistemas

lacustres (ecosistemas lénticos), que contienen permanentemente agua, como son las turberas, pantanos, lodazales y vegas, áreas que se encuentran en constante presión producto de actividades productivas e inmobiliarias. Se agrega además el lograr un manejo adecuado del bosque nativo, particularmente a escala de microcuencas, que abastecen a sistemas sanitarios rurales locales, donde se hace preciso una gestión territorial sostenible. En consecuencia, se estima que la brecha hídrica de estos ecosistemas radica en asegurar caudales mínimos que permitan asegurar la proyección futura de los ecosistemas acuáticos y terrestres, y con ello permitir la entrega de sus servicios ecosistémicos en cantidad y oportunidad adecuada. Se identificó también una degradación relevante de la vegetación y suelos de la cuenca, ambos componentes esenciales en el ciclo hidrológico, donde una adecuada gestión y manejo de estas superficies podrían transformarse en una línea de acción territorial.

5.2.2.1 BECO 1 Caudal ecológico insuficiente

A partir de la información disponible en el modelo hidrológico elaborado para la cuenca, se estimó la variación en la oferta de agua superficial que recibirán los distintos humedales de la cuenca en la década 2050 - 2060, como un indicador del estrés hídrico al que se verá sometido cada cuerpo de agua (en relación con el período 2010 - 2020) (Tabla 5-16).

Para su estimación se tomó, a nivel general, la variación de la oferta superficial. En lo principal, se tiene una disminución del 14,9% del caudal pasante, el que es particularmente alto en el río Chepu (20,5%), Lago Cucao (11,3%), Lago Huillinco (11,0%) y la Laguna Quilo (21,6%).

Tabla 5-16. Análisis de la variación del caudal pasante por humedal

Humedal	Variación del caudal pasante			
	2015-2019 Hm ³ /año	2050-2059 Hm ³ /año	Δ. Hm ³ /año	Δ%
Lago Cucao	1.229	1.089	-139	-11,3%
Lago Huillinco	1.056	939	-116	-11,0%
Río Chepu	1.894	1.507	-388	-20,5%
Humedal Gamboa	118	103	-15	-12,7%
Humedal Estero Quellón	21	21	1	4,8%
Laguna Chaiguata	491	431	-60	-12,2%
Humedal Ten-Ten	12	11	-1	-8,3%
Laguna Quilo	37	29	-8	-21,6%
Circuito Humedales Pudeto Bajo	7	6	-1	-14,3%
Total	4.865	4.136	-727	-14,9%

Fuente: Elaboración propia

5.2.2.2 BECO 2 Deterioro de ecosistemas acuáticos

Como se comentó y graficó en el punto 2.3.1.5 del presente documento, las propiedades de los ecosistemas acuáticos en la cuenca bajo estudio se encuentran amenazados por una serie de acciones antrópicas, lo que pone en riesgo los “servicios ecosistémicos” que sustentan.

De manera más específica, las principales amenazas detectadas para los humedales se relacionan principalmente con el desarrollo inmobiliario (de alta y baja densidad) e introducción de flora y fauna exótica (destacándose la depredación de perros a la avifauna y ocupación de nichos por parte de flora introducida). Luego, se han registrado presiones asociadas a infraestructura vial, descargas/contaminación, desarrollo industrial, turismo no regulado, deforestación, extracción de áridos, entre otras.

Como consecuencia de lo anterior, a nivel de la estructura y funcionamiento de estos ecosistemas, a modo general se pueden indicar las siguientes consecuencias ecológicas (deterioros):

1. Fragmentación de los hábitats, pérdida de conectividad tanto dentro como entre ecosistemas de humedales costeros.
2. Disminución en la superficie de hábitats, tanto a nivel del espejo de agua como la ribera y su interacción con ecosistemas terrestres.
3. Alteración de hábitats para la flora y fauna, por ruido, polvo, descargas, etc. Afectación sobre procesos de nidificación, alimentación, etc., de la avifauna.
4. Menor heterogeneidad de hábitat a nivel del espejo de agua por disminución de caudal ecológico, lo que repercute en una serie de consecuencias, como disminución de la biodiversidad acuática y ocupación de nichos por parte de la biota exótica.
5. Pérdida de individuos de flora y fauna nativa (depredación por fauna exótica, caza ilegal, etc.).
6. Afectación de la biota acuática producto de los cambios en la calidad del agua. Aceleración en los procesos de eutrofización.
7. Modificación de la dinámica entre los ecosistemas acuáticos y marinos.

Dada la complejidad de los ecosistemas acuáticos, y sus múltiples relaciones y respuestas a diferente nivel espacial y temporal, así como diversos factores que los impactan, las soluciones tendientes a generar acciones reales de protección deben ser integradas. Primeramente, lo que se requiere es una gestión coordinada de los diferentes entes del estado que tienen incidencia sobre ellos, desde la planificación del territorio, la evaluación de impacto ambiental de los proyectos, las actividades comunales, hasta las fiscalizaciones. Sin coordinaciones intersectoriales, se ve como muy poco probable que se puedan proteger de manera efectiva. Respecto de la infraestructura vial, la autoridad competente debe evaluar rutas alternativas, localizadas fuera de zonas de humedal.

Luego, se requiere de un cambio en el que la ciudadanía percibe la importancia de estos ecosistemas, puesto que éstos son visualizados como basurales, sitios de paseo de fauna doméstica, actividades de picnic sin retiro de la basura doméstica, disposición del ganado, etc. Por tanto, se deben implementar acciones de educación ambiental y prohibiciones. En este sentido, tener control en el acceso es fundamental.

5.2.2.3 BECO 3 Uso intensivo de ecosistemas acuáticos continentales para cultivos hidrobiológicos

De acuerdo a la Subsecretaría de Pesca, en la provincia de Chiloé existen 221 concesiones acuícolas otorgadas en ríos, esteros, lagos y lagunas. Estas concesiones corresponden principalmente a macroalgas, mitílidos, ostreidos, pectínidos y abalones (190 del total, el 86,0% del total), y 31 corresponden a salmónidos, acompañados eventualmente de pectínidos, abalones o macroalgas (el 14,0% del total). La comuna con mayor cantidad de concesiones es Quellón (100 concesiones, con el 52,6% del total), seguida de Ancud (52 concesiones) y Castro (25). El detalle se presenta en la Tabla 5-17.

Tabla 5-17 Concesiones acuícolas en cursos y cuerpos de agua dulce de la provincia de Chiloé

Comuna	Macroalgas, mitílidos y otros	Salmónidos y otros	Total
Ancud	52	0	52
Castro	23	2	25
Chonchi	5	9	14
Puqueldón	0	1	1
Queilén	9	6	15
Quellón	90	10	100
Quemchi	8	3	11
Quinchao	3	0	3
Total general	190	31	221

Fuente: Subsecretaría de Pesca

Se identificaron concesiones en los lagos: Cucao, Natri, Huillínco y San Antonio; en los ríos Inío, Pudeto, Quempillén y Quilo; y en los esteros Castro, Chadmo, Chaular, Chuac, Compú, Curbita, El Dique, Huillínco, Huildad, Mechai, Oqueldán, Pailad, Palpaiguén, Pindo, Quetalmahue, Quinchao, Rilán, Tibildad y Yaldad.

La producción de salmónidos se concentra en los lagos (Cucao, Natri, Huillínco y San Antonio), y en los esteros (Huildad, Yaldad, Compú, Oqueldán, Pailad, Curbita, Castro, Chuac y Tubildad).

Los principales conflictos que se desarrollan en torno a la industria de producción de salmónidos, la que ha sido asociada con la ocurrencia del fenómeno de marea roja, el que fue particularmente intenso en forma posterior a la descarga de peces muertos en el año 2016.

Adicionalmente, existen conflictos que fueron recogidos en las actividades de participación ciudadana, producto de las instalaciones de producción que se encuentran en los cursos y cuerpos de agua antes descritos. Los problemas están asociados al uso de vacunas y otros elementos aplicados en las instalaciones, así como el manejo de los excesos de alimentación y excretas que contribuyen a la generación de zonas anóxicas en el lecho, principalmente de los lagos.

5.2.2.4 BECO 4 Pérdida y degradación de vegetación terrestre

5.2.2.4.1 Pérdida y degradación de la vegetación terrestre

Como ya fue expuesto en el punto 2.1.1.3 de este informe el Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos de Chile (SIMEF) permite obtener análisis respecto a la variación de las diferentes coberturas de suelo entre al menos dos periodos. En Tabla 5-18 se entregan los porcentajes de superficie de bosque nativo respecto al área total de la zona de estudio y como han variado desde el año 2001.

Tabla 5-18. Porcentaje de bosque nativo respecto área total de la zona de estudio

Subuso	Año 2001	Año 2013	Año 2017	Años 2019
Bosque Nativo %	70,6%	70,2%	69,2%	69,1%
Bosque Nativo (ha)	653.136	649.277	640.231	639.639

Fuente: SIMEF (2019)

De acuerdo con los datos expuestos en la cuenca ha variado negativamente la superficie de bosque nativo entre los años 2001 y 2019, porcentajes que si son traducidos a medidas de superficies corresponde a 13.497 hectáreas en total, con una tasa anual de pérdida de cobertura de 675 hectáreas.

Aunque clarificador el valor antes indicado, se precisa que los análisis presentados no reflejan las superficies de bosques degradados, lo cual podría aumentar la pérdida de superficie vegetal nativa de relevancia para los servicios ecosistémicos.



Sin existir datos precisos para cuantificar el fenómeno, y su real afectación respecto a las superficies vegetacionales, podría resultar en que las parcelaciones o loteos (terrenos agrícolas que se acogen al DL. 3516 de 1980²⁷) correspondan a una forma de gestión territorial que aumente las tasas de pérdida de bosque nativo en la zona de estudio. Un diagnóstico de la ONG “Centro de Estudio y Conservación del Patrimonio Natural (CECPAN)” indica que producto de los loteos o parcelaciones está generando en el Archipiélago una importante pérdida de bosque nativo, por despeje de suelo y con ello la destrucción de ecosistemas de valor, así como también la afectación de especies de especial valor o vulnerabilidad. La misma fuente indica que las subdivisiones de terrenos agrícolas corresponden a un factor importante en la escasez hídrica de la Isla, ya sea debido a que se tala el bosque, así como porque se rellenas zonas de recarga o retención de agua dulce y finalmente por el aumento de la demanda del recurso que generan nuevos polos habitacionales en áreas no aptas.

De acuerdo con datos presentados por Portal Terreno, en el listado de comunas con mayor oferta de venta de terrenos Ancud ocupa el octavo lugar, en un ranking que es encabezado por Colina, Puerto Varas y Puerto Montt (Portal Terreno, 2021). La misma fuente indicó que para el año 2021 existían al menos 9 mil proyectos de subdivisión y propiedades en todo el país. Se agrega el dato respecto a la demanda, donde la Región de Los Lagos se ubica en el segundo lugar, tras Valparaíso que lidera el listado.

Se agrega lo expuesto por Núñez, T. y Yajure, J.A. (2022), los cuales indican que loteos y/o parcelaciones se han visto incrementados por la pandemia y las cuarentenas prolongadas, donde muchos habitantes habituales de las grandes urbes nacionales deciden emigrar a los espacios rurales. Este proceso está teniendo efectos negativos sobre la biodiversidad y el paisaje en diferentes regiones del país. Indican además como a la pérdida de biodiversidad y fragmentación de ecosistemas, se debe sumar el aumento de la demanda de agua rural, inexistencia de planificación territorial, sobrecarga de la vialidad existentes con el consiguiente aumento en la producción de CO₂. A esto se suman los resultados del estudio de Petracca, et al (2021), los cuales indican que las subdivisiones de tierra están siendo más relevantes que la pérdida o fragmentación de bosque en la disminución de meso carnívoros nativos, lo cual podría estar condicionado por la relación directa entre loteos y la aparición de mascotas (perros y gatos domésticos principalmente).

De lo expuesto se indica que la utilización de áreas periurbanas para generar núcleos urbanos en terrenos de usos agrícolas o forestal podría resultar en altos riesgos ambientales potencialmente irreversibles como la pérdida de valiosa tierra agrícola, el aumento de costos en infraestructura permanente, mayor consumo de energía, cambio en el uso del suelo, entre otros.

²⁷ Decreto Ley 3.516 de 1980. Establece Normas Sobre División de Predios Rústicos

Se conoce que las parcelaciones están generando asentamientos generalmente sin acceso a agua potable, alcantarillado, vialidad o el alumbrado público, y que como se ha expresado, el medio rural no estaría preparado para satisfacer los nuevos núcleos urbanos, pudiendo sobre demandar las napas subterráneas, acumulación de residuos domiciliarios, por mencionar algunos. En el caso del Archipiélago, las entrevistas a diversos actores del territorio indican que estos proyectos se presentan como áreas disruptivas dentro del paisaje rural y que difícilmente se integran con las comunidades locales, generando ciertos niveles de segregación.

5.2.2.4.2 Análisis a escala de paisaje

Los usos de suelos se definen utilizando como información de base lo que pone a disposición la Corporación Nacional Forestal en el Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile (CONAF, 2013), cuyos usos fueron reclasificados utilizando la columna de "Uso de la Tierra" para definir las clases que formarían parte de la estructura del paisaje en la cuenca de estudio.

La información fue procesada utilizando ArcGIS 10.5: Software de *Environmental Systems Research Institute, Inc.*, software de sistemas de información geográfica (GIS) y trazado de mapas para computadores. Este tiene la capacidad de visualizar, explorar, consultar y analizar datos de forma espacial, permitiendo sistematizar los polígonos a utilizar en el análisis de paisaje. En la Tabla 5-19 se entrega detalles respecto a la información de base y la reclasificación desarrollada para "Uso de la Tierra".

Tabla 5-19. Información base y reclasificación de clases de paisaje

Clase Análisis	Uso de la Tierra Catastro CONAF	Superficie (ha)	Sigla o Clase
Bosque Nativo Denso	Bosque Nativo Adulto-Renoval Denso	457.258	BND
	Bosque Nativo Renoval Denso		
	Bosque Nativo Adulto Denso		
	Bosque Nativo Achaparrado Denso		
Bosque Semidenso	Bosque Nativo Achaparrado Semidenso	132.569	BNSD
	Bosque Nativo Adulto-Renoval Semidenso		
	Bosque Nativo Adulto Semidenso		
Bosque Abierto	Bosque Nativo Achaparrado Abierto	41.843	BNA
	Bosque Nativo Adulto-Renoval Abierto		
	Bosque Nativo Adulto Abierto		
	Bosque Nativo Renoval Abierto		
Matorral	Matorral Abierto	47.408	MAT
	Matorral Semidenso		

Clase Análisis	Uso de la Tierra Catastro CONAF	Superficie (ha)	Sigla o Clase
	Matorral Denso		
Matorral Arborescente	Matorral Arborescente Semidenso	37.743	MARB
	Matorral Arborescente Denso		
	Matorral Arborescente Abierto		
Matorral Pradera	Matorral Pradera Semidenso	19.784	MPRA
	Matorral Pradera Abierto		
	Matorral Pradera Denso		
Humedales	Vegas	23.491	HU
	Turbales		
	Marismas Herbáceas		
	Otros terrenos húmedos		
	Ñadis		
Terreno Agrícola	Terreno agrícola	127	TA
	Rotación cultivo pradera		
Praderas	Praderas anuales	131.793	PRA
	Praderas perennes		
Áreas Desprovistas de Vegetación	Afloramientos Rocosos	3.128	ADV
	Playas y Dunas		
	Cajas de Río		
	Derrumbe sin vegetación		
Áreas Urbanas e Industriales	Minería Industrial	3.468	AUI
	Ciudades, Pueblos, Zonas Industriales		
Cuerpos de Agua	Lagos, Lagunas, Embalses, Tranques	17.916	CA
	Ríos		
Plantación	Plantación Joven o Recién Cosechada	5.623	PLA
	Plantación con Exóticas Asilvestradas		
	Bosque Nativo con Exóticas Asilvestradas Denso		
	Bosque Nativo con Exóticas Asilvestradas Semidenso		
	Plantación Adulta		

Fuente: Elaboración propia en base a información CONAF (2013)

Al realizar un análisis de detalle según los usos de la tierra se identifica una importante presencia de bosque nativo (631.670 ha en bosque nativo denso, semidenso y abierto). Las cubiertas vegetacionales predominante corresponden a matorral en diferentes categorías de cobertura, así como diferenciados también por la presencia (o no) de especies



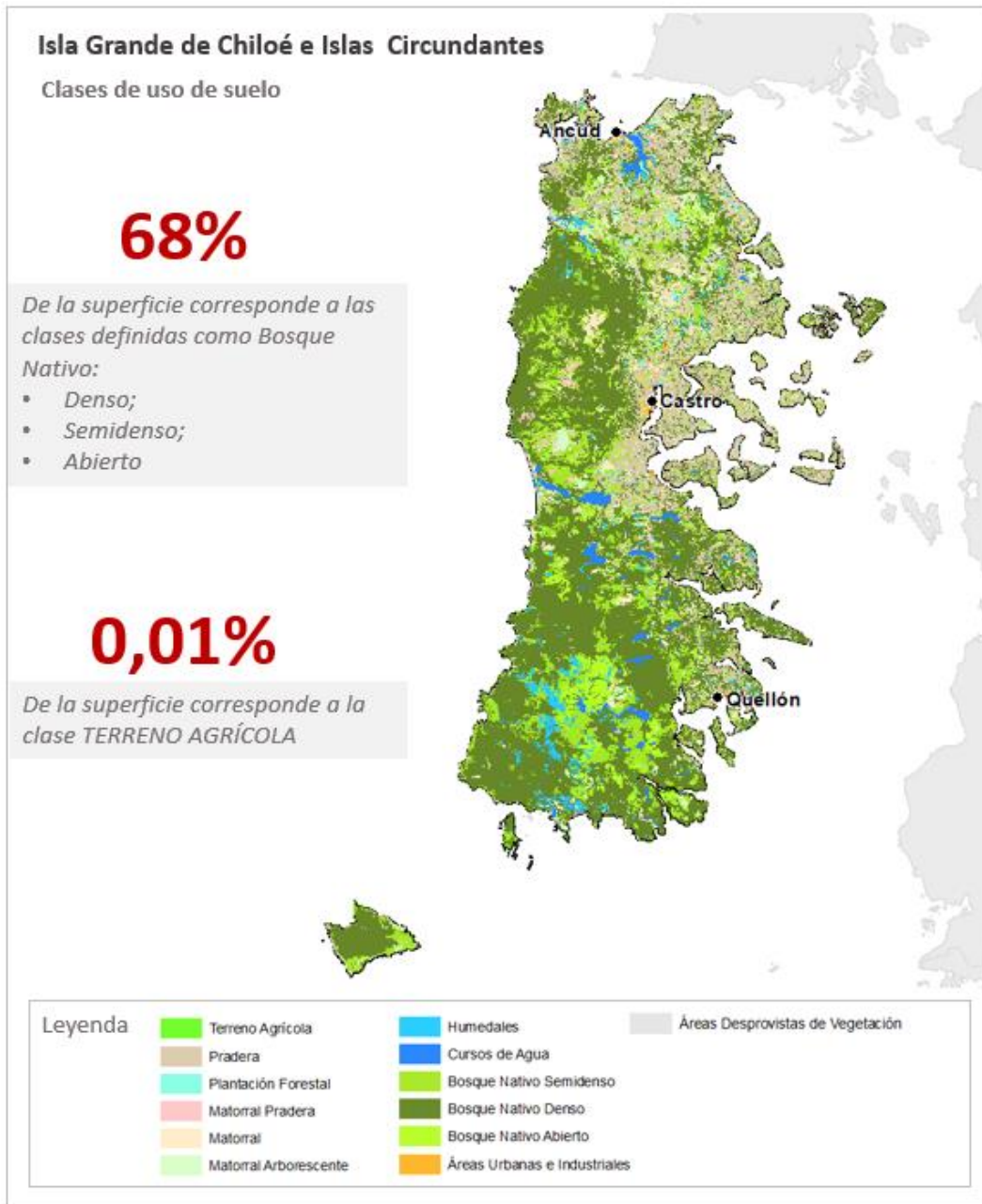
suculentas. Complementando lo entregado en la tabla anterior, la Figura 5-3 permite visualizar como están ordenadas las clases en la cuenca en estudio.

Se hace preciso destacar que las clases de bosque nativo (denso, semidenso, abierto) se conforma con categorías de la información CONAF, dejando fuera de estas clases a las plantaciones forestales, bosque nativo con vegetación exótica y matorrales. Esto se hace bajo la lógica de analizar fragmentos que pudiesen entregar ventajas similares respecto a su influencia en el ciclo hidrológico y la presencia y funcionalidad de distintos tipos de fauna.

La clase de análisis "Bosque Nativo Denso" es claramente el uso de suelo predominante en la cuenca, abarcando una superficie del 50% del total, seguido por una importante superficie de la clase "Bosque Nativo Semidenso" (14%), "Praderas" (14%).

Para el cálculo de índices de paisaje se utilizó el software FRAGSTATS 4.0. Se definen índices a nivel de paisaje y clases, considerando el primero como la superficie total de la cuenca. En los párrafos que siguen se detallan los índices utilizados, realizando revisión en cuantificación sobre composición y configuración.

Existen numerosos índices que permiten cuantificar la fragmentación de los sistemas naturales y sus consecuencias sobre procesos ecológicos, como productividad de los ecosistemas, dinámica poblacional que afecta a la biodiversidad y otras propiedades y servicios de los sistemas naturales (Matteucci Sd y M Silva. 2005). Según lo indicado por Tischendorf (2001) no existiría acuerdo respecto de cuáles de las medidas de caracterización reflejan mejor las funciones o procesos, ni si realmente las reflejan, aunque sí se reconoce la correlación entre algunos índices por lo que serían redundantes.



Fuente: Elaboración propia en base a información CONAF (2013)

Figura 5-3 Clases de uso de suelo

Con lo anterior la composición y configuración espacial de los parches del paisaje, principalmente de formaciones vegetacionales fragmentados, se calcula en base a la selección del siguiente set de índices seleccionados a partir de la revisión y análisis de la información de base disponible, y entendiendo además los alcances propios del Plan Estratégico de Gestión Hídrica.

Los índices seleccionados para la caracterización y análisis de la heterogeneidad del paisaje son los siguientes, algunos son a escala de clase de uso y otros a nivel de paisaje. Se recopilan antecedentes de una diversidad de índices de análisis de la estructura del paisaje, considerando para cada uno de ellos la información que entrega, las interpretaciones ecológicas posibles de realizar, con el objetivo de entregar la mejor y mayor cantidad de información posible de la composición y configuración espacial del paisaje.

Así, los índices de composición del paisaje evaluados corresponden a:

- Número de parches (NP)
- Densidad de Parches (PD)
- Borde Total (TE)
- Área Media Parches (MPS)
- Cambio en la forma de los parches (MN)

Sobre configuración espacial del paisaje se definen los siguientes índices:

- Media densidad de parche (PD)
- Media de la dimensión fractal de los parches (MPFD)
- Media Vecino más cercano (MNN)
- Índice de diversidad de Shannon (SHDI) y Simpson (SIDI)

Con los antecedentes de clase ya definidos, y el proceso realizado en el programa FRAGSTATS 4.0, para la escala de Clases se obtienen los resultados listados en la Tabla 5-20.

De los resultados obtenidos, y visualizados en la tabla anterior, se determina que fueron analizados 13 (trece) las clases de uso de suelo que cubren la superficie total de la cuenca en estudio. Respecto a la presencia de cada clase, la que tiene un mayor número de parches es "Matorral" (6.568), seguido de "Bosque Nativo Semidenso" (5.985). En cuanto la superficie por cada clase definida, quien tiene una mayor presencia es "Bosques nativo denso" (458.995 ha) lo que estaría relacionado que esta clase sería la más fragmentada en el Archipiélago. Sobre "plantación" se debe mencionar que figura con alto número de parches y una considerable superficie debido a que se incluyó en esta clase al bosque nativo con presencia de especies arbóreas exóticas.

Tabla 5-20. Análisis paisaje a escala de clases

CLASE	Número de Parches por clase (NP)	Área de cada clase (ha)	PD (densidad de parche)	TE (Total de Borde m)	Área promedio parche por clase (ha)	Dimensión Fractal (FRACTAL MN)
Áreas desprovistas de vegetación	1.382	3.155,5	0,0797	583.000	2,2833	1,0457
Áreas urbanas e industriales	305	3.490,5	0,0176	491.350	11,4443	1,0661
Bosque nativo abierto	3.117	42.008,5	0,1797	6.238.000	13,4772	1,0786
Bosques nativo denso	5.522	458.995,7	0,3183	28.049.800	83,1213	1,0787
Bosque nativo semidenso	5.985	133.033,7	0,3450	18.241.050	22,2279	1,0840
Cuerpos de agua	916	17.985,2	0,0528	1.392.650	19,6346	1,0567
Humedales	1.902	23.541,7	0,1096	3.645.850	12,3774	1,071
Matorral arborescente	5.439	37.883,7	0,3135	8.167.550	6,9652	1,0763
Matorral	6.568	47.591,7	0,3786	10.311.350	7,246	1,0745
Matorral pradera	2.591	19.876,0	0,1494	4.346.350	7,6712	1,0744
Plantación	4.800	132.241,7	0,2767	20.640.750	27,5504	1,0735
Praderas	1.036	5.641,2	0,0597	1.187.150	5,4452	1,0571
Terreno agrícola	40	127,5	0,0023	32.650	3,1875	1,0489

Fuente: Elaboración propia

Sobre la Densidad de Parches este índice expresa el número de fragmentos por unidad de superficie (hectárea), donde una clase con mayor densidad de fragmentos está más fragmentada y la densidad está directamente relacionada con el número de parches. En los resultados obtenidos las clases con mayor Densidad de Parches son "Matorral" (0,3786) "Bosque nativo semidenso" (0,3450) "Matorral arborescente" (0,3135), lo que indicaría que estas unidades vegetacionales se encuentran en un considerable nivel de fragmentación, lo cual podría estar relacionado con factores como la extracción de leña y parcelaciones.

El Total de Borde (TE) es la suma de las longitudes (m) de todos los segmentos de borde que involucran el tipo de parche correspondiente. Para la cuenca en estudio se determina que la mayor longitud de borde lo presenta la clase Bosque Nativo Denso, seguido de Plantación y Matorral. De esto se puede indicar que a mayor TE corresponde a una clase que está formado por polígonos de forma irregular. Por su parte el área promedio por cada clase (ha) es la clase Bosques nativo denso la cual tiene una mayor área promedio por clase, destacando que es seguido por la clase Cuerpo de Agua, estando esta última formada por lagos y ríos de la cuenca.

Una Dimensión Fractal mayor que 1 (uno) para un parche bidimensional indica una desviación de la geometría euclidiana (es decir, un aumento en la complejidad de la forma). Cuando la FRAC es cercana a 1 para formas con perímetros muy simples, como cuadrados, y se acerca a 2 cuando las formas tienen perímetros de relleno de planos muy complicados. Para todas las clases listada en este análisis los resultados del índice FRAC no se consideran altos, por lo que se puede determinar que los perímetros de los parches identificados son simples. Complementando el análisis a escala de clases, en la Tabla 5-21 se entregan los resultados obtenidos al realizar la sistematización a escala de paisaje.

Tabla 5-21. Análisis a escala de paisaje

NP (número parches)	PD (densidad de parche)	ED (densidad de borde (ha))	SHAPE_MN (índice de forma MSI)	FRAC_MN (media dimensión fractal MPFD)	ENN_MN (Distancia más cercana euclidiana vecina) (MNN)	SHDI (Índice de Shannon)	SIDI (índice de Simpson)
41.994	2,4208	29,7818	2,4308	1,0915	226,6008	1,5732	0,6985

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior el índice NP se relaciona con el evaluado a escala de clase (41.994 parches). La importancia de este valor en la escala de paisaje es que permite revisar el grado de fragmentación de un tipo particular de ecosistemas y puede ser importante para diversos procesos ecológicos. En particular para la zona de estudio se tiene una gran cantidad de parches, aunque sería necesario un análisis y estudio que permita clasificar aún de manera más detalladas el bosque nativo, considerando sus grados de desarrollo y los índices de degradación de las unidades vegetacionales.

La densidad de borde (ED) correspondería a la cantidad de perímetro de todas las clases evaluadas respecto al área total del paisaje, correspondiente a la suma total de todas las longitudes de borde dividido entre el área total del paisaje. Este índice va desde cero y sin límite superior. Entre más cercano a cero sea este índice significa que el número de clases se acerca a uno. El valor 29,78 indicaría que el paisaje tiene un considerable grado de variabilidad, aunque podría ser mayor al realizar un análisis más detallado sobre las unidades vegetacionales, sobre todo considerando comentarios de los actores entrevistados que indican que la degradación del bosque se ha incrementado los últimos años.

Respecto al índice PD resulta importante al analizar el área de estudio ya que expresa el número de parches por unidad de área, donde se puede mencionar que un paisaje con un mayor PD es considerado más fragmentado que un paisaje con una menor PD. De los resultados obtenidos para la zona de estudio este índice presenta un valor de 2,4208 para

el paisaje del Archipiélago, lo que indicaría que existe ese número de parches por hectárea, lo cual reflejaría un grado considerable de fragmentación en el territorio.

Respecto al índice MPFD es utilizado en el análisis de ecosistemas para cuantificar la complejidad de las formas de los parches en un paisaje. El resultado es de 1,0915 indica formas simples de baja complejidad, similar a los valores obtenidos en el análisis de clases. Esta situación podría estar condicionada por la gran superficie que presenta el bosque nativo en este territorio y la baja especificidad que permiten desarrollar los antecedentes disponibles.

La distancia media del vecino más cercano para el paisaje (MNN) es de 226,6 metros, lo cual podría ser considerado una distancia significativa al evaluar la cercanía de los diferentes ecosistemas, aunque condicionando el movimiento de las especies de fauna terrestre y los mecanismos de polinización de la vegetación existente. Se debe considerar, y sería preciso evaluar con más detalle, como las parcelaciones y los cercos perimetrales de cada unidad predial, podrían incrementar esta distancia y dificultar los movimientos e intercambios entre los diferentes ecosistemas.

Los índices de diversidad de Shannon y de Simpson se utilizan para evaluar la diversidad del paisaje, donde acuerdo al valor obtenido en la cuenca en estudio indicaría una baja o mediana riqueza de parches o clases. Para Shannon valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad, mientras que Simpson (o índice de dominancia para paisaje) puede asumir valores entre 0 y 1, siendo 1 la uniformidad completa y cercano a 0 se presenta la mayor heterogeneidad del paisaje. De este último índice el valor es 0,69 lo cual sería resultante en un paisaje relativamente uniforme.

Sobre lo expuesto en los párrafos anteriores se debe considerar que los valores podrían estar condicionados por la agrupación de usos de suelo con los cuales ha sido aplicada la metodología.

Respecto las conclusiones que se pueden obtener de la información sistematizada y analizada, se menciona que la composición del paisaje indica que los principales usos de suelo tienen algún tipo de cubierta vegetal, correspondiente mayormente a bosque nativo, lo cual entrega una idea de base sobre la composición del panorama de la cuenca. Sin embargo, y considerando las dinámicas identificadas por los profesionales públicos en el marco de entrevista realizadas, sería necesario profundizar el análisis a escala de paisaje para evaluar la incidencia de las extracciones ilegales de madera y parcelaciones en la fragmentación de hábitats en el Archipiélago.

Sobre el número de parches la concentración de indicador no tiene una relación directa con la clase que presenta un tamaño medio mayor del parche. Es la clase Matorral la cual presenta mayor número de parches, no siendo este uso el de mayor tamaño promedio por parche, pudiendo indicar esto una atomización de esta clase y la correspondiente fragmentación que generaría en los ecosistemas naturales. Importante además este



indicador ya que la superficie de matorral indicaría superficies anteriores de bosque nativo que han sido degradadas, y que sus estados sucesionales han sido interrumpidos por actividades antrópicas.

Los resultados obtenidos de este análisis, cruzados además con los indicadores de erosión, los cambios de uso de suelo en las últimas décadas para el territorio y lo propio del cambio climático, permiten inferir de la necesidad de establecer iniciativas de gestión territorial que sean conducentes a lograr la sostenibilidad para las formaciones vegetacionales en la zona de estudio. Esto debido principalmente a los conocidos servicios ecosistémicos y relación con el ciclo hidrológico de la flora nativa.

5.2.2.5 BECO 5 Extracción de Turberas y pomponales

En este caso, la brecha se produce a partir de la extracción de turberas y pomponales que se realiza en el archipiélago. Actualmente se encuentra en trámite legislativo un proyecto de ley que busca prohibir la extracción de turberas y pomponales, con el propósito de la protección de este tipo de ecosistemas, por su aporte para el ciclo hídrico y captura de gases de efecto invernadero.

La iniciativa genera controversia entre los distintos actores de la isla, confrontando a aquellos que están por la prohibición de manejo (Movimiento Defendamos Chiloé, Federación de Uniones Comunales Rurales de Chiloé, entre otras organizaciones) con aquellas que promueven un manejo sostenible del recurso (Agrupación de Recolectores de Musgos de la provincia de Chiloé).

No es propósito del presente Plan Estratégico el realizar una propuesta de manejo o alternativa que resuelva la controversia descrita. Sin embargo, si se debe considerar los efectos potenciales sobre el ciclo hidrológico a nivel local.

5.2.2.6 BECO 6 Degradación y desertificación

Complementando los antecedentes entregados sobre la erosión en la zona de estudio, resulta relevante destacar la información disponible sobre la degradación de suelos en el territorio. Para CIREN (2012) la degradación²⁸ de este recurso tiene relación directa con la

²⁸ De acuerdo con la CNULD (1994), la degradación de las tierras se define como la reducción o pérdida, en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras agrícolas de secano, de cultivo de regadío o las dehesas, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, a causa de un proceso o una combinación de procesos y sistemas de utilización de la tierra, incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de poblamiento.

desertificación²⁹, fenómeno que en el país tiene fuertes impactos ambientales y socioeconómicos.

Por su parte, Osorio, M. y Oyarce, N. (2010) definen desertificación como “*Degradación de las tierras áridas, semiáridas y zonas subhúmedas secas y que es causado principalmente por variaciones climáticas y actividades humanas tales como el cultivo y el pastoreo excesivo, la deforestación y la falta de riego*”. De la definición anterior se entiende que los factores que condicionan la desertificación son difíciles de evaluar debido a su gradualidad temporal y a su extensa distribución a través del territorio. El mismo CIREN (2012) precisa que la deforestación, la introducción de la ganadería y otras obras hidráulicas han incidido en poner en riesgo la integridad de los recursos naturales, especialmente del suelo y los recursos bióticos, en diversas regiones del país.

En el año 2006 Hormazábal, J. (2006) ya evidenciaba la presencia de factores espaciales y temporales respecto a un claro estado de degradación del bosque. Se identificaron factores de tipo antrópico como los más agresivos, dando como ejemplo la alarmante recurrencia de incendios provocados por el hombre y sus negativos impactos que no tan sólo afectan a la vegetación natural. Es importante lo anterior en cuanto una extracción selectiva (floreo) repercute considerablemente en la dinámica de regeneración y en la composición y calidad futura del bosque. El autor indica que un factor importante en términos temporales fue la distribución predial, efectuada a través de la Reforma Agraria en los años 1970-1973, proceso donde se parcelaron miles de hectáreas que se encontraban cubiertas de bosque, lo que derivó en la formación de pequeños predios que posteriormente fueron vendidos a empresarios forestales para la explotación masiva de sus bosques. A la fecha indicada, se constató que la fragmentación observada se debió a la destrucción y transformación de los bosques nativos, derivada principalmente de la distribución predial realizada 30 años antes.

Un factor relevante en la degradación del territorio en estudio corresponde a la extracción de leña a través de metodologías alejadas del uso sostenible. Hormazábal, J. (2006) indica que este es un problema difícil de abordar, más cuando la extracción se realiza desde hace siglos para el consumo habitual en los hogares del Archipiélago, donde muchos lugareños lo consideran un recurso natural inagotable, del cual sacan provecho indiscriminadamente. Según Neira e Iturriaga (2008) ya en ese entonces caracterizaba la comercialización de este recurso como algo informal, donde según su análisis sólo en un 16% de los hogares se adquiere leña a un comerciante formalizado, aunque el mismo estudio indicó que más del 60% de las personas estarían dispuestos a pagar más por leña certificada de mejorar calidad y capacidad calórica.

²⁹ De acuerdo con la CNULD (1994) la desertificación es definida como “la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas producidas por diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas.

En un análisis de escala regional INFOR (2021) que entre el año 1992 y el 2019 el consumo de leña aumenta un 79%, mientras que el número total de viviendas lo hizo en un 116%, observándose un desacople incipiente entre demanda de leña y crecimiento demográfico, siendo uno de los factores que incidiría en esta situación es el reemplazo gradual de leña por pellet, electricidad y otros combustibles, los cuales han ido adquiriendo importancia en un proceso de transición energética que tiende a diversificar las fuentes de energía que se utilizan en los hogares de la región. Sin embargo, para la zona de estudio, los autores mencionan que la mayor oferta de leña nativa se producía en las comunas de Calbuco, Maullín, Puerto Montt y Puerto Varas, mientras que hoy el abastecimiento de madera nativa proviene desde la provincia de Chiloé, comunas donde las malas prácticas de extracción continúan.

En lo específico del territorio, Bannister, J. (2018) es más pesimista indicando que en Chiloé toda la leña que se usa para calefacción y para cocinar proviene del bosque nativo, formaciones que según el profesional están siendo destruidas por todos lados. Agrega además que la situación es más compleja cuando se conoce que principalmente la leña nativa utilizada es obtenida de los “tepuales”, formaciones donde la especie dominante es el tepú (*Tepualia stipularis*) y que actúan como verdaderas “bóvedas de agua”. El especialista agrega que, de acuerdo con la tasa de extracción actual, prácticamente no quedarán bosques inalterados más allá de los próximos 25 a 30 años, precisando que desde esa fecha todo será intervenido y con eso se destruirá un ecosistema de enorme complejidad.

El profesional antes citado menciona que lo expuesto significa una merma en los servicios ecosistémicos que brindan los tepuales al Archipiélago. Como estos bosques pasan gran parte del año cubiertos de agua, también funcionan como reguladores de ella, donde al retener el recurso en invierno evitan que se vaya abruptamente hacia los ríos e inunden cultivos y zonas pobladas. Por su parte en verano mantienen la humedad del suelo y así permiten que los cauces tengan un flujo constante, lo que resulta importante en tiempos de sequía. Compara la función de los “tepuales” con lo que se genera gracias a las turberas, aunque precisa que incidencia de estas últimas sería menor a la formación boscosa, producto de tener una superficie menor a la de los bosques de tepú.

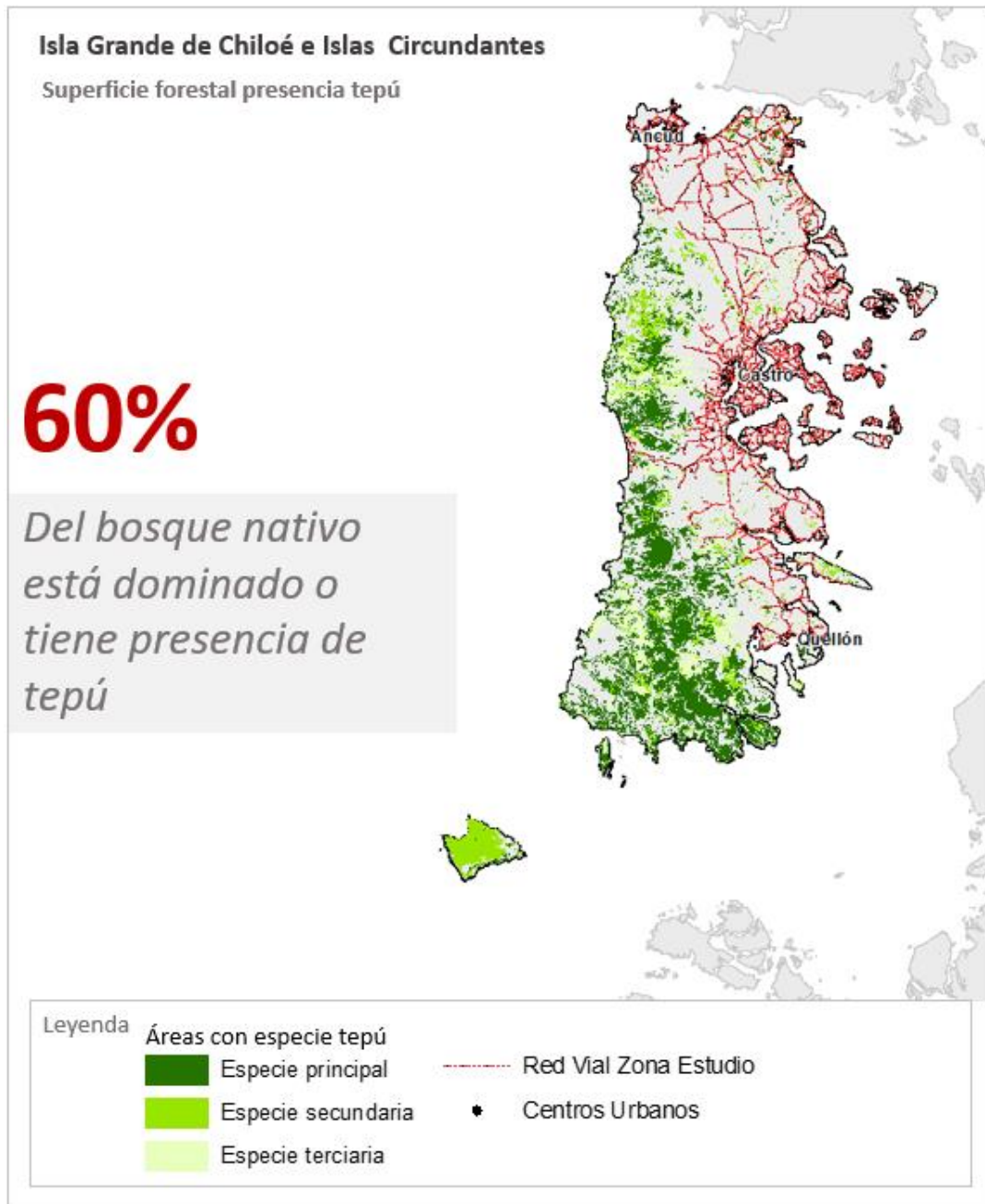
Para Bannister, J. (2018) la extracción no regulada de madera desde los bosques nativos de la isla afecta el ciclo hídrico, produce que los bosques se sequen y que el agua deje de estar retenida. Con esto, indica que el desafío es convencer a la sociedad chilota de que en vez de emplear los tepuales para leña, más bien deben manejarse como reservas de agua, detallando que, si se logra cambiar este paradigma, se permitirá que este servicio ecosistémico se mantenga en el tiempo.

Estimaciones presentadas en el documental "Despiértame"³⁰, actualmente en fase de reproducción, indican que durante la última década en la isla de Chiloé se consumen al día el equivalente a "tres canchas de fútbol" de leña de bosque nativo, de talas ilegales, para uso en la calefacción domiciliaria. Se agregan los datos de la Universidad de Los Lagos (2014) que indican que la demanda de leña de los isleños era de cerca de 846 mil m³ anuales, para una población con tasas crecientes de crecimiento. Se suma el antecedente entregado por Álvaro Montaña profesional de la ONG Geute, el cual indica que 1998 y 2013 se perdieron 10.268 hectáreas de bosque nativo en Chiloé, unas 684 hectáreas anuales.

De acuerdo con Bannister, J. (2018) son los bosques de tepú los más perjudicados, ya que representan el 61% del total del bosque nativo chilote, lo cual estaría en directa relación con la afectación al ciclo hidrológico debido a la importancia de esta especie en la regulación de los flujos. De acuerdo con cómo se mencionó en el punto 2 de este documento, en Chiloé existen e 632 mil ha de bosque nativo, lo que representa un 68% del total de la superficie provincial (Figura 5-4). Bannister, J. (2018) indica que los bosques dominados por tepú o con presencia de esta especie en la provincia de Chiloé alcanzan a 385.406 ha, es decir un 61% de los bosques nativos del archipiélago. El mismo autor, y como referencia del consumo de este tipo de leña, indica que, en la ciudad de Castro, con solo 43.306 habitantes (INE, 2012), consume cerca de 130 mil m³/año de leña y un 27% de este volumen corresponde a tepú (Neira y Bertín, 2009). Por otra parte, diferentes fuentes indican que el consumo total anual de leña en la isla estaría cerca a los 600 mil m³/año.

Sobre los tepuales y la importancia en el ciclo hidrológico, Bannister, J. (2018) también indica que gran parte de la extracción de leña se realiza de manera informal, a través de talas ilegales o prácticas sin bases ecológicas que garanticen la sostenibilidad de estos bosques luego de intervenidos. Debido a esto, cada año la superficie tepuales degradados aumenta peligrando a mediano plazo su continuidad, su integridad estructural y los servicios que proveen. Agrega a lo anterior que, hasta hace unas décadas, en toda el área sur de Chiloé existía una gran superficie de bosques siempreverdes y tepuales inalterados, ubicados en la Cordillera de Pirulil, habían persistido durante largo tiempo en buen estado de conservación, situación que ha cambiado radicalmente en los últimos 10 años debido al rápido y permanente avance de caminos forestales a través de la Cordillera, que la atraviesan casi hasta llegar al Océano Pacífico. El mismo autor menciona que actualmente no existen datos confiables sobre el estado de estos bosques, pero basta con sobrevolar la zona para dimensionar la magnitud de la catástrofe ambiental.

³⁰ Revisado en <https://www.youtube.com/watch?v=1QeQGBycyrA>



Fuente: Elaboración propia en base a información CONAF (2013)
Figura 5-4 Unidades vegetacionales con presencia de Tepú

La sobreexplotación de los tepuales a través de su explotación tiene una serie de externalidades negativas. Bannister, J. (2018) menciona que particularmente relevante resulta el hecho que en su condición de renovales, los bosques secundarios de alta densidad que se desarrollan luego de las talas rasas tienen un consumo de agua superior a los bosques adultos, factor que bien podría explicar en parte la alarmante escasez hídrica en el archipiélago, que en amplios sectores de la sociedad es atribuida tajantemente a la cosecha de pompón (*Sphagnum sp*) y a las plantaciones dendroenergéticas de *Eucalyptus nitens*. De esta manera, la degradación de bosques pantanosos, la simplificación de estructuras y el cambio de uso del suelo desde bosques hacia praderas quedan totalmente fuera de la discusión pública.

Al analizar el riesgo de desertificación para la zona de estudio, la información de base se obtiene desde CONAF (2016) quienes para el modelo propuesto consideraron factores como:

- Aridez
- Erosividad de lluvia³¹
- Erodabilidad del suelo³²
- Cubierta vegetal
- Ocurrencia de incendios forestales
- Antecedentes socioeconómicos del territorio.

Así, y de acuerdo con la metodología citada, el Archipiélago se define Sin Riesgo de Desertificación, particularmente por considerar que esta zona correspondía a un área húmeda. Es relevante esta clasificación, cuando se determina que comunas más al sur que Chiloé sí fueron definidas con riesgo (Laguna Blanca y Torres del Paine en la categoría Desertificación Moderada).

Estos valores estuvieron establecidos de acuerdo con un modelo que conjugó la importancia de los factores:

- Erosividad de la lluvia
- Erodabilidad del suelo
- Cubierta vegetal
- Carbono Orgánico del suelo
- Ocurrencia de incendios forestales
- Antecedentes socioeconómicos del territorio.

Aunque la zona de estudio se define como Sin Degradación de acuerdo con la fuente revisada, se precisa que quizá este resultado pudiese ser revisado sobre todo considerando factores que se han incrementado durante los últimos cinco años y que afectarían

³¹ Erosividad de la lluvia se refiere a la capacidad potencial que tienen las gotas de lluvia que impactan sobre el suelo, para generar erosión.

³² Erodabilidad del suelo se refiere al material y su susceptibilidad respecto a desarrollar erosión.

directamente a la cubierta vegetal del Archipiélago: Loteos o Parcelas de Agrado y Extracción Ilegal de Leña. Destaca además la situación en la cual se clasifican comunas vecinas como Puerto Montt, Los Muermos, Calbuco y Maullín, territorios que históricamente abastecieron de leña nativa a la región, y pese a la disminución del consumo de leña en Los Lagos, la bibliografía revisada indicaría que actualmente son las comunas del Archipiélago las que abastecen de leña nativa a la región.

CONAF (2016) también indica el efecto de la sequía en términos de superficie y población a nivel de comunas de Chile, lo cual se analizó y sistematizó en función de los datos provenientes del Observatorio Agroclimático³³, fuente que entrega mapas y figuras que muestran las condiciones de sequía actuales, y entregan información sobre la frecuencia de sequías pasadas y proyecciones de condiciones climáticas futuras. Esta fuente indica que al menos un 72% de la superficie nacional tiene problemas de sequía (leve, moderado o grave). La fuente indicada menciona que el Archipiélago de Chiloé se clasifica en Sequía Leve.

El análisis presentado en este apartado se complementa con la revisión del indicador 15.3.1³⁴ del Objetivo de Desarrollo Sostenible 15, realizado por el Ministerio de Medio Ambiente (2022) en su Informe de Estado de Medioambiente 2020. Este informe, en su capítulo 08 se refiere a "Tierras" y establece la proporción de tierras degradadas como una forma de entregar un valor para el indicador ODS antes referido.

En la Tabla 5-22 se entrega la revisión de la proporción de tierras degradadas de acuerdo con la superficie regional.

Tabla 5-22. Porcentajes según categorías de erosión a escala regional

Erosión	% respecto del total regional
Erosión muy severa	0,68
Erosión Severa	2,88
Erosión Moderada	8,75
Erosión Ligera	11,89
Erosión no aparente	44,33
Sin erosión	15,54
Otras categorías	15,93

Fuente: MMA (2020), de acuerdo con datos CIREN (2010)

³³ <http://www.climatedatalibrary.cl/UNEA/maproom/Monitoring/index.html?Set-Language=es#tabs-4>

³⁴ Este indicador se denomina "Proporción de tierras degradadas en comparación con la superficie total", y está relacionado con el ODS 15 "Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad".

En la región predomina la categoría de erosión no aparente, lo que se entiende que mayormente por la cubierta vegetal que declara el Catastro Vegetacional de CONAF.

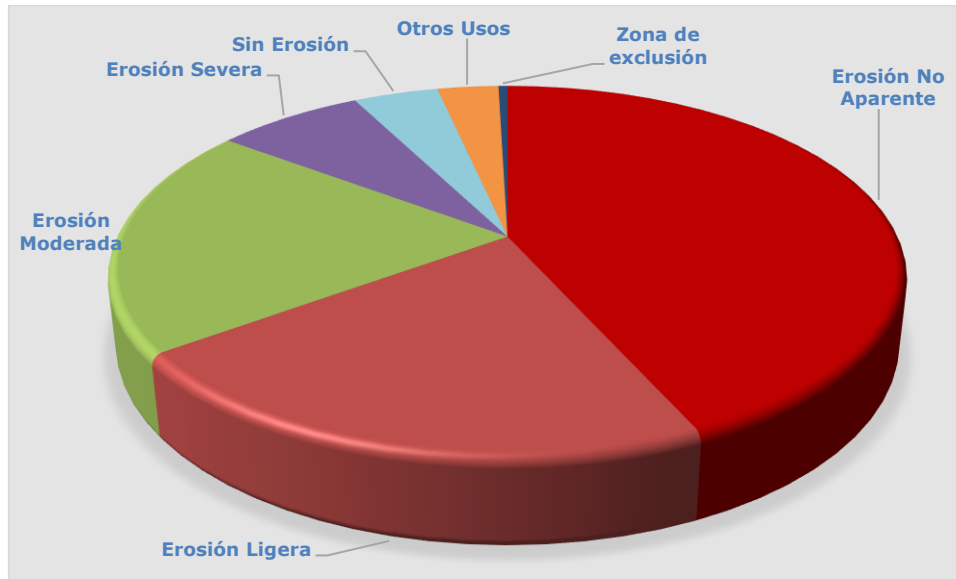
Por su parte, en la Tabla 5-23 y en la Ilustración 5-10 se entregan superficies y porcentajes por categorías de erosión en área de estudio, asimilando estos valores al ODS 15.3.1. De los resultados expuestos se obtiene que la categoría más predominante en la zona de estudio corresponde a erosión no aparente (43% del total), la cual se define cuando el suelo se encuentra protegidos por algún tipo de cubierta vegetal de densidad mayor a 75%, o su uso está sujeto a buenas prácticas de manejo (CIREN, 2021).

Tabla 5-23. Superficies categorías de erosión en área de estudio ODS 15.3.1

Erosión	Superficie (ha)	Proporción (%)
Erosión Muy Severa	2.406	0,3%
Erosión Severa	66.636	7,2%
Erosión Moderada	186.673	20,2%
Erosión Ligera	200.556	21,7%
Erosión No Aparente	399.261	43,1%
Sin Erosión	38.316	4,1%
Otros Usos	27.580	3,0%
Zona de exclusión	4.072	0,4%
Total	925.500	100,0%

Fuente: Elaboración propia, datos CIREN (2010)

De los resultados expuestos para este indicador, se determina la necesidad de realizar estudios más específicos y actualizar las tasas de deforestación y degradación de la cubierta vegetal, en cuanto actores involucrados y diversas fuentes consultadas declaran que loteos y extracción ilegal de leña se han incrementado durante los últimos años.



Fuente: Elaboración propia, datos CIREN (2010)

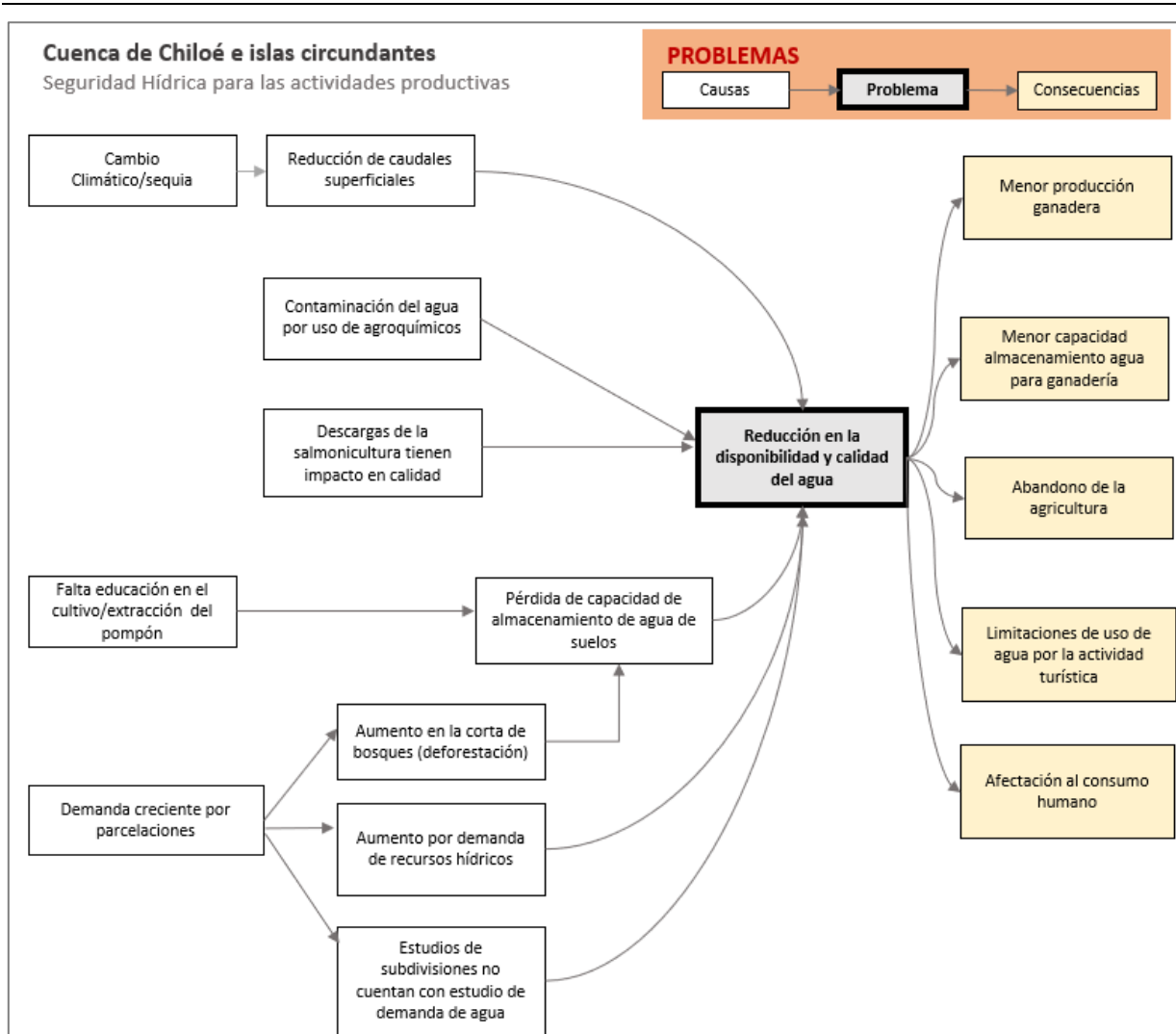
Ilustración 5-10 Porcentaje categorías de erosión en área de estudio ODS 15.3.1

5.2.3 Seguridad Hídrica para las Actividades Productivas

El análisis para la cuenca de Chiloé e Islas circundantes permitió identificar como problema central la disminución en la disponibilidad y seguridad hídrica del agua, especialmente en época estival, limitando el desarrollo de actividades productivas presentes en la cuenca (Ilustración 5-11).

El problema central detectado tiene varias causas principales, donde la reducción de la oferta hídrica producto del cambio climático (con su manifestación actual la mega sequía), ha reducido la oferta de precipitaciones en la Isla, lo que ha determinado una búsqueda de alternativas para suplementar agua para los animales, especialmente mediante bebederos.

Por otro lado, se tiene un aumento sostenido de parcelaciones para urbanización (vivienda definitiva y estival). Esto contribuye por un lado a la remoción de vegetación nativa, que contribuye a una pérdida de capacidad de almacenamiento y regulación del agua por el suelo (bosque). También con las parcelaciones hay un aumento en la demanda por agua, en sectores donde era inexistente. Esto es agravado por que los estudios de urbanización no requieren un estudio de la nueva demanda por recursos hídricos por los nuevos habitantes.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5-11 Árbol de problemas para las actividades productivas

En relación con la actividad agropecuaria, esta contribuye a la contaminación de los cauces existentes dado el uso de agroquímicos, lo que afecta la calidad del agua. La calidad del agua en la cuenca también se ve afectada por las descargas de la salmonicultura.

Todas estas causas que determinan una reducción en la disponibilidad y afectación en la calidad del agua, impactando la seguridad hídrica en la cuenca. Además, estas causas traen consigo una serie de consecuencias que amenazan la sostenibilidad de actividades productivas en la cuenca. En primer lugar, hay potenciales afectaciones a las actividades turísticas, donde se ve afectada la calidad de la oferta turística (por ej. racionamiento de

duchas). Segundo, el consumo humano de los habitantes de la isla también ven afectado su consumo diario. Tercero, ligado al aumento de la demanda por parcelaciones, existe un abandono de la actividad agrícola, donde no existe sucesión. Cuarto, la actividad ganadera se ve altamente afectada ya que, al existir menos oferta de agua, hay que buscar alternativas para proveer agua al ganado, como inversiones en bebederos, traer agua de otros sectores, etc. Finalmente, otra consecuencia es la baja en la productividad (materia seca) para la ganadería, lo que también puede estar influyendo en el abandono de la agricultura.

En la etapa siguiente de este informe se realizará una estimación de la brecha hídrica para las actividades hídricas, principalmente producción silvoagropecuaria.

5.2.3.1 BPRO 1 Seguridad Hídrica para la Agricultura Familiar Campesina

Un aspecto importante que emana del análisis de la información es la seguridad hídrica para las pequeñas explotaciones agrícolas, que corresponde a una agricultura de pequeña escala, gestionada y dirigida por una familia²⁹. Este tipo de agricultura se caracteriza por tener problemas de acceso a financiamiento, bajos estándares tecnológicos, predominio de cultivos tradicionales, ganadería y baja productividad, entre otros. Dado los altos costos de inversión inicial, por lo general no tienen acceso a obras de riego. En este marco, son este tipo de agricultores que, en un contexto de reducción de la oferta hídrica, requieren hacer uso de manera eficiente de los recursos que disponen.

Para poder hacer una cuantificación sobre la representación de este grupo en la cuenca, y considerando por un lado la presencia de una agricultura de baja presencia de riego (solo 79 ha según INE (2007), y por otro la presencia de una actividad rural multiactiva, es decir, productores de tiempo parcial, no permanentes, orientados preferentemente al autoconsumo y venta de excedentes, principalmente al mercado interno, que complementa sus ingresos con otros ingresos de origen no agrícola. En este contexto, se consideró como perteneciente a la AFC aquellas explotaciones menores a las 10 ha, independiente si sus terrenos están bajo riego. Se entiende que tales agricultores o habitantes rurales también requieren acciones que le permitan tener mayores grados de seguridad en el acceso a recursos hídricos. En este marco, la Tabla 5-24 muestra tanto superficie como el número de explotaciones bajo 10 ha, donde un 48% de las explotaciones corresponde al segmento bajo 10 ha, lo que en términos de superficie corresponde a un 8% de la superficie total.

Tabla 5-24 Estimación de unidades productivas consideradas como Agricultura Familiar Campesina

Tamaño de la Explotación	Explotaciones		Superficie	
	Número	%	hectáreas	%
Menor a 10 ha	6.283	47,5	29.088,1	8
Mayor a 10 ha	6.927	52,5	328.125,3	92
Total	13.210	100,0	357.213,4	100

Fuente: Elaboración propia en base al INE (2007).

5.2.4 Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos y Contaminación

5.2.4.1 BEXT1 Insuficiencia de mecanismos de respuesta ante la escasez hídrica

Chile, dado sus características climáticas, esta frecuentemente expuesto a sequias (Aldunce & Gonzalez, 2009; Fernández & Gironás, 2021). Sin embargo, la zona centro del país, donde existe una concentración de la población como las actividades productivas (intensivas en uso de recursos hídricos) ha sufrido la más extensa sequia registrada.

El manejo de las sequias en el país tiene 2 vías, una específica para el sector agropecuario y la otra que corresponde a una multisectorial. Con respecto al sector agropecuario, existen dos instrumentos en función de la población objetivo involucrada. Si el déficit de precipitaciones o hidrológico afecta solo a beneficiarios de INDAP, dicha institución, mediante la Resolución N° 1.049 de 2010, activa un plan operativo para el otorgamiento de incentivos de emergencia. Por otro lado, si el déficit afecta también a medianos y/o grandes productores, el manejo se hace mediante la declaratoria de Emergencia Agrícola, instrumento manejado por el Ministerio de Agricultura por medio de la Resolución No 309 de 2021 (MINAGRI, 2021). Ambas son regulaciones tanto para enfrentar sequias meteorológicas como hidrológicas, activándose sólo una vez que el fenómeno está activo, siendo una reacción a la presencia o afectación de dicho fenómeno. En general las acciones del gobierno (a través del Ministerio de Agricultura o INDAP) gatilladas por la declaración de emergencia agrícola corresponden a apoyos en dinero efectivo (bonos) o para la compra de insumos de producción y apoyos a inversiones mayoritariamente en riego.

En la Tabla 5-25 se entrega listado de declaraciones por comuna de emergencia agrícola y escasez hídrica, periodo 2010/22.

Tabla 5-25 Declaraciones por comuna de emergencia agrícola y escasez hídrica, periodo 2010/22

Comuna	Instru- mento	20 10	20 11	20 12	20 13	20 14	20 15	20 16	20 17	20 18	20 19	20 20	20 21	20 22	Total
Ancud	EA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
	EH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Castro	EA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
	EH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Chonchi	EA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
	EH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Curaco de Vélez	EA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
	EH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Dalcahue	EA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
	EH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Puqueldón	EA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
	EH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Queilén	EA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
	EH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Quellón	EA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
	EH	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
Quemchi	EA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
	EH	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
Quinchao	EA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
	EH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

Fuente: Elaboración propia en base a información de la Subsecretaría de agricultura y DGA

El segundo instrumento estatal establecido para dar respuestas a sequías son los decretos de declaración de severa sequía, por medio de la Resolución Exenta DGA N° 1.331 de 2022²⁷, la cual señala y describe los criterios para calificar una zona geográfica bajo severa sequía, así como las acciones disponibles de ejecutar por parte de la DGA para hacer frente a dichas situaciones. Las facultades de la DGA, señaladas en el artículo 314 del Código de Aguas³⁵, hacen referencia a la potestad de la DGA para exigir, a la o las juntas de vigilancia respectivas la presentación de un acuerdo de redistribución, dentro del plazo de quince días corridos contado desde la declaratoria de escasez, con el objeto de reducir al mínimo los daños generales derivados de la sequía, especialmente para garantizar el consumo humano, saneamiento o el uso doméstico de subsistencia. Adicionalmente, la DGA también tiene potestades para autorizar extracciones de aguas superficiales o subterráneas destinadas con preferencia a los usos de consumo humano, saneamiento o al uso doméstico de subsistencia y la ejecución de las obras en los cauces necesarias para ello desde cualquier punto sin necesidad de constituir derechos de aprovechamiento de aguas.

Como se señaló previamente, ambos instrumentos corresponden a mecanismos de respuesta frente a situaciones de sequía, donde el estado, una vez declarada una situación específica (emergencia agrícola por déficit hídrico o escasez hídrica) aplica o ejecuta ciertos instrumentos y normativas para aminorar los efectos de esta, siendo políticas reactivas de tratamiento del fenómeno.

En el marco del presente PEGH, la tabla define el manejo o respuesta del estado frente a eventos de sequía, ya sea mediante declaraciones de emergencia agrícola (MINAGRI) o de escasez hídrica (DGA). Para el periodo 2010/22, se aprecia 3 declaraciones de emergencia agrícola para todas las comunas de la provincia de Chiloé, y solo 1 evento de escasez hídrica³⁶. En relación a las EA, las dos últimas declaraciones son en los años 2021 y 2022, y la declaración de EA corresponde al año 2021 (2022 aun en curso), lo que puede mostrar los primeros signos de reducción en la oferta (mayormente estival) de recursos hídricos y el requerimiento de herramientas adicionales para el desarrollo de actividades productivas como la ganadería, el manejo de pomponales y la agricultura a pequeña escala.

5.2.5 Gestión Institucional

En este punto se evaluaron las brechas a nivel de generación de información primaria y secundaria en la cuenca, fiscalización, derechos de aprovechamiento de agua y solicitudes asociadas, así como la relación con las organizaciones de usuarios de agua.

³⁵ Revisado en <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=125715>

³⁶ Declaraciones a Agosto de 2022.



Se evaluaron particularmente las brechas regionales para la implementación de las actualizaciones del Código de agua, así como para participar de la implementación del presente Plan Estratégico.

5.2.5.1 BGES 1 Deficiencias en la generación y análisis de información hidrológica e hidrogeológica

A través de reuniones con el equipo regional de hidrología de la DGA e información levantada, se considera la necesidad de desarrollo de estaciones para las estaciones fluviométricas y meteorológicas, tanto en cantidad como tecnología, además de ampliación en la red.

Tampoco se cuenta con estaciones de niveles de pozos en el archipiélago.

5.2.5.2 BGES 2 Deficiencias en el estado de los derechos de aprovechamiento de aguas

En las cuencas de las islas Chiloé y circundantes se han concedido 2.340 derechos de aguas tanto de naturaleza superficial como subterránea. De estos derechos existen 1.940 de tipo superficial (con más de 145 m³/s otorgados) y 400 registrados como subterráneos. Las captaciones subterráneas están aprobadas por un total de 594,38 (L/s) de consumo promedio.

El cambio de la disponibilidad efectiva de la disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas, así como las modificaciones al Código de Aguas, han resultado probablemente en un deterioro de la situación legal de los derechos de aprovechamiento de agua en la cuenca, por lo que se requiere de un saneamiento de estos.

5.2.5.3 BGES 3 Deficiencias en la fiscalización de usos irregulares del agua

La disminución de las fuentes de agua superficial ha resultado, probablemente, en un aumento de las extracciones a nivel subterráneo, muchas de las cuales no necesariamente cuentan con sus derechos de aprovechamiento debidamente inscritos, sobre todo cuando se encuentran en el ámbito productivo y por sobre el concepto de subsistencia.



5.2.6 Gobernanza

La gobernanza se refiere a la coordinación existente entre los actores públicos y privados para la implementación de una gestión integrada de recursos hídricos, y que va más allá del cumplimiento de las funciones específicas de estos actores.

5.2.6.1 BGOB 1 Insuficiencia de las estructuras actuales para dar cuenta de la complejidad de los problemas de la cuenca

Se identificó como brecha de coordinación la falta de instancias e instrumentos que permitan el trabajo conjunto de actores públicos y privados de la cuenca, aspecto que ha sido diagnosticado a distintas escalas y por distintos estudios a nivel nacional. Por un lado, existe una gran cantidad de servicios públicos con competencia en la gestión de los recursos hídricos, y por el otro, los propietarios de los derechos de aprovechamiento de agua cuentan con una relativa independencia en el uso del recurso.

En un contexto de abundancia relativa, estas falencias o brechas quedan cubiertas por la excedencia del recurso, pero ante el aumento en la demanda y la disminución de la oferta, quedan al descubierto la falta de mecanismos de coordinación, y sobre todo, los vacíos de coordinación.

En particular, la brecha apunta a que en un proceso de cambio de la disponibilidad estival de las precipitaciones, el archipiélago de Chiloé se ve enfrentado a escasez hídrica que afecta tanto el desarrollo productivo como el mismo abastecimiento humano. El archipiélago cuenta con una alta dispersión de sus habitantes, tanto dentro de la isla principal, como al mirar el contexto de las islas circundantes. En este sentido, las soluciones no responden a grandes obras o intervenciones únicas, sino que a una suma de intervenciones menores y distribuidas. Adicionalmente, se debe considerar la vocación ecológica de la isla, que manifiestamente prefiere soluciones basadas en la naturaleza por sobre otras basadas en la infraestructura.

En este punto, las gobernanzas que disponemos tienden al centralismo, a una organización jerárquica, donde la multiplicidad de condiciones presentes en la isla se tiende a diluir. En este contexto en particular, la gestión no puede ser vista solo desde arriba hacia abajo, sino que también desde abajo hacia arriba.

En consecuencia, la brecha identificada es la falta de coordinación entre actores públicos y privados para la gobernanza de la cuenca.

5.3 Sustentabilidad de Acuíferos

En general, los criterios de sustentabilidad de acuíferos definidos por la Dirección General de Aguas tienen como objetivo establecer caudales máximos de explotación posibles para cada sector acuífero, a partir de la evaluación de los descensos de nivel de estos, cambios en la interferencia río acuífero (relacionado a los recursos superficiales ya comprometidos), el grado de satisfacción de la demanda de agua subterránea y la existencia y cantidad de pozos secos. En esta línea, el uso de estos criterios está sujeto a la evaluación de recursos hídricos mediante modelos numéricos.

De esta manera, a juicio del consultor, para evaluar adecuadamente los criterios de sustentabilidad del acuífero se requiere un modelo que, apoyado en información hídrica observada en terreno de manera prolongada y sistemática, permita realizar simulaciones de la evolución temporal de los volúmenes de stock en el acuífero y también de los niveles de las aguas subterráneas a lo largo y ancho de la zona de estudio. Adicionalmente, se requiere de un modelo que simule de forma apropiada la dinámica de la interacción entre ríos y acuíferos. De esta forma, se requiere de un modelo integrado que simule aguas superficiales, aguas subterráneas y la interacción entre ellas, considerando para ello un modelo distribuido de aguas subterráneas, como podría ser MODFLOW, que de paso a la evaluación de los puntos antes mencionados.

De esta forma, dado que en el desarrollo del actual PEGH se ha construido un modelo hidrológico en WEAP orientado principalmente a la modelación de aguas superficiales, se propone la construcción a futuro de un modelo integrado WEAP-MODFLOW que entregará la capacidad de modelación de aquellos aspectos subterráneos mencionados (evolución del stock de agua en el acuífero, evolución de los niveles de aguas subterráneas en el espacio y evaluación de la interacción río-acuífero). Sin embargo, para la construcción acertada de este modelo integrado primero es necesario robustecer la cantidad de información hídrica disponible observada en la cuenca; en particular con pozos de observación. Sin esta información hidrométrica no será posible darle un sentido de realidad al modelo integrado elaborado y no se podrá verificar si el modelo reproduce la realidad de la cuenca y su balance hídrico.

En síntesis, para la correcta evaluación de los criterios de sustentabilidad es necesaria la construcción de un modelo integrado de aguas superficiales y subterráneas, que considere un modelo hidrogeológico distribuido y para lo cual podría ser considerado un modelo acoplado WEAP-MODFLOW. Sin embargo, para la construcción de este modelo es necesario contar también con información hidrométrica en la cuenca, con estadísticas de estaciones fluviométricas en los cauces superficiales y pozos de observación de niveles estáticos. Esta estadística hidrométrica debe ser lo más sistemática y continua posible, y debe abarcar una extensión temporal mínima de 5 años (idealmente 10 años o más) con estaciones estratégicamente situadas en la cuenca. A esta información hidrométrica también se le

podría sumar la estimación de constantes elásticas del acuífero obtenidas en pruebas de bombeo, que podrían dar un apoyo más firme para la caracterización del acuífero en la modelación numérica subterránea."

5.4 Indicadores Hídricos de la Cuenca

Este capítulo se desarrollará en el informe final, sin embargo, se incluye para efectos de orden interno.

Los indicadores hídricos reflejan el estado actual de la cuenca según la línea base levantada tanto de información primaria como secundaria, y los resultados del modelo hidrológico. Los indicadores presentan de una forma específica y medible aquellos aspectos a seguir de para hacer seguimiento en la ejecución del plan y su comparación con otras cuencas limítrofes.

De esta forma se diferencian dos tipos de indicadores, de estado, impacto y de proceso.

- **Indicadores de Estado:** corresponden a variables hidrológicas e hidrogeológicas que cambian en el tiempo por parámetros meteorológicos o acciones antrópicas. El seguimiento del indicador no busca llegar a un meta objetivo si no reflejar un estado general de la cuenca.
- **Indicadores de Impacto:** corresponden a variables de estado de la cuenca de los ejes de seguridad hídrica, de la institucionalidad y gobernanza. Para estos indicadores se dispone de un estado de línea de base (actual) y un estado deseado al final del Plan Estratégico. Con el propósito de alinear los Planes Estratégicos con estándares internacionales, y reforzar el concepto de Gestión Sostenible de Recursos Hídricos, es que se incorporó como Indicadores de Impacto a los Indicadores asociados a las metas del ODS N°6, Agua Limpia y Saneamiento.
- **Indicadores de Proceso:** corresponden a variables que describen la ejecución de una acción o proceso, ya sea de ejecución única, eventual o permanente. En este caso, se aplican a la verificación de la implementación de las iniciativas del Plan Estratégico.

A continuación, se presentan los indicadores de estado y de impacto. Los indicadores de proceso se presentan en el numeral 9.1.1, Plan de Monitoreo.

5.4.1 Indicadores de Estado

En la Tabla 5-26 se presenta el indicador hídrico de estado, que en este caso corresponde al volumen de agua almacenado en los acuíferos.

Tabla 5-26. Definición de Indicadores de Estado

Indicador	Unidad	Definición	Metodología
IES 01 – Oferta de aguas superficiales (intervenida)	hm ³ /año	Caudal medio en la desembocadura de los cauces principales de la cuenca	Estimación mediante información de estaciones fluviométricas Línea de base: promedio 1990 – 2014 Valor actual: promedio quinquenal (2015 - 2020)
IES 02 – Recarga de acuíferos	hm ³ /año	Recarga de agua que llega a los acuíferos de la cuenca al año	Estimación directa e indirecta. Estimación mediante balance de recarga y extracciones. Complemento con niveles de acuífero registrados en pozos de observación. Línea de base: promedio 1990 – 2014 Valor actual: promedio quinquenal (2015 - 2020)

Fuente: Elaboración propia

Se consideró solo un indicador para la cuenca dada la ausencia de otros procesos o componentes del ciclo hidrológico en la cuenca. El indicador propuesto dependerá de la variabilidad de la recarga natural, así como del manejo que se realice del acuífero. La línea de base y el valor actual se obtuvieron a partir de lo establecido en el numeral 4.2.2, Oferta en la Fuente, y se presenta en la Tabla 5-27 .

Tabla 5-27. Determinación de Indicadores de Estado

Indicador	Unidad	Línea de Base (1990 – 2014)	Valor Actual (2015 – 2020)	Valor Proyectado (2050-2060)
IES 01 – Oferta Superficial	hm ³	14.997	14.796	12.925
IES 02 – Recarga de aguas subterráneas	hm ³	578,3	567,1	508,0

Fuente: Elaboración propia

5.4.2 Indicadores de Impacto

Los indicadores de impacto propuestos para la cuenca se presentan en la Tabla 5-28.

Tabla 5-28. Definición de indicadores de impacto

Eje Estratégico	Indicador	Unidad	Definición	Metodología	ODS
Seguridad Hídrica para las Personas	IPER01 Proporción de la población que utiliza servicios de suministro de agua potable gestionados y sin riesgos	%	Personas que tiene acceso al agua potable con una dotación por encima de 100 l/día en relación a la población total	Consultas antecedentes CENSO 2017.	ODS 6, Meta 6.1.1
	IPER 02 Proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados sin riesgos	%	Personas que tienen acceso a la gestión de Aguas Servidas, urbanas o rurales en relación a la población total	Consultas antecedentes CENSO 2017.	ODS 6, Meta 6.2.1
	IPER 03 Brecha hídrica para consumo humano	Hm ³ /año	Volumen de agua no provisto a las personas que se encuentran en condición de inseguridad hídrica.	Determinación del número de personas sin suministro, y estimación de un consumo mínimo de 100 litros al día.	--
Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	IECO 01 Proporción de aguas residuales tratadas de manera adecuada (excluye emisarios submarinos)	%	Volumen de aguas tratado en relación al volumen consumido total	Registros de consumo y tratamiento de aguas servidas proporcionado por empresas sanitarias	ODS 6, Meta 6.3.1
	IECO 02 Calidad de aguas superficiales	Indicador de 0 - 1	Calidad de Agua para fuentes superficiales	Calidad de agua según metodología CEDEUS-UC	ODS 6.3.2
	IECO 03 Estado de Ecosistemas Acuáticos	Indicador de 0 -100	Indicador de estado de ecosistemas según varios componentes.	Metodología ad hoc para evaluación de calidad de aguas, variación del espejo de agua, presión del entorno, alteración del ecosistema y estado de protección.	Relacionado con ODS 6.6.1

Eje Estratégico	Indicador	Unidad	Definición	Metodología	ODS
	IECO 04 Superficie de Bosque Nativo	%	Superficie de bosque nativo respecto a la superficie total de la cuenca	Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile	ODS 15, Meta 15.1.1
	IECO 05 Superficie de suelo no degradada en la Cuenca	%	Superficie con erosión moderada o inferior (ligera, otros usos, no aparente, sin erosión) respecto a la superficie total de la cuenca	Cálculo a partir de Catastro de suelos degradados (CIREN) sobre el nivel de erosión (severa y muy severa).	ODS 15, Meta 15.3.1
	IECO 06 Brecha hídrica para Ecosistemas	%	Caudal pasante por los humedales de la cuenca en relación a la década 2011 – 2020	Cálculo a partir de modelación hidrológica mediante WEAP	--
Seguridad Hídrica para el Desarrollo Productivo	IPRO 01 Nivel de Estrés Hídrico	%	Extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles en la cuenca	Demanda total bruta de agua menos oferta de fuentes externas, entre la oferta anual (media) disponible	ODS 6, Meta 6.4.2
	IPRO 02 Huella Hídrica Verde	%	Proporción de agua consumida por usos productivos in situ (agricultura de secano y plantaciones forestales) en relación a la oferta hídrica total superficial y subterránea	Los consumos de agua se estimaron a partir de la superficie de cada uso productivo y tasas estándar asociadas a la evapotranspiración. La oferta se determinó mediante estadísticas hidrológicas y análisis hidrogeológico de la recarga.	--

Eje Estratégico	Indicador	Unidad	Definición	Metodología	ODS
	IPRO 03 Reutilización de agua	hm ³ /año	Volumen de agua reutilizada dentro de la cuenca	Volumen de aguas servidas tratadas y reutilizadas	--
	IPRO 04 Brecha hídrica para Actividades Productivas	hm ³ /año	Volumen de agua no provisto para las actividades productivas de la cuenca	Determinación del volumen de agua no provisto en relación a la explotación potencial	--
Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos	IEXT 01 Índice de riesgo potencial a la escasez hídrica	Nº (0 a 100)	Indicador de exposición de los pequeños productores al cambio climático	Corresponde a la Probabilidad de escasez hídrica y/o emergencia agrícola multiplicada por la proporción de los pequeños productores que no han sido beneficiados por programas de adaptación	---

Fuente: Elaboración propia

Se evaluó cada uno de los indicadores precedentes, determinando el valor base, actual y la meta propuesta como propósito del Plan Estratégico. El detalle se presenta en la Tabla 5-29.

Tabla 5-29 Determinación de indicadores de Impacto para la cuenca

Eje Estratégico	Indicador	Unidad	Valor Actual	Meta	Plazo
Seguridad Hídrica para las Personas	IPER01 Proporción de la población que utiliza servicios de suministro de agua potable	%	96,5%	100,0 %	5 años
	IPER 02 Proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento	%	57,9%	61,4%	30 años
	IPER 03 Brecha hídrica para consumo humano proyectada a 30 años	hm ³ /año	3,1 hm ³	0,0 hm³	30 años
Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	IECO 01 Proporción de aguas residuales tratadas de manera adecuada	%	0,0%	3,6%	30 años
	IECO 02 Calidad de Aguas Superficiales	%	72,2 %	>80%	5 años
	IECO 03 Estado de Ecosistemas Acuáticos	%	84,6%	>80%	5 años
	IECO 04 Superficie de Bosque nativo	%	69,1 %	>70,6 %	10 años
	IECO 05 Superficie de suelo sin degradación severa	%	92,5%	100,0 %	10 años
	IECO 06 Brecha hídrica para Ecosistemas	%	85,1%	90,0%	Permanente
Seguridad de agua para las actividades productivas	IPRO 01 Nivel de Estrés Hídrico	%	0,4	0,4%	Permanente
	IPRO 02 Nivel de Estrés Hídrico (nominal)	%	39,6%	39,6%	Permanente
	IPRO 03 Reutilización de agua	%	0,0%	3,6%	30 años
	IPRO 04 Brecha hídrica para Actividades Productivas	hm ³ /año	0,0	0,0	Permanente
Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos y Contaminación	IEXT 01 Índice de riesgo potencial a la escasez hídrica	Índice (0 a 100)	14	10	10 años

Fuente: Elaboración propia

5.5 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad corresponde a la modelación de escenarios de gestión dentro de la cuenca. Estos escenarios permiten proyectar, a través del modelo hidrológico y análisis complementarios en otras plataformas, situaciones futuras que resulten del cambio climático y de distintas estrategias de gestión. De esta forma, se da sustento a la definición de las estrategias del Plan.

En este caso, se definió un escenario tendencial y tres escenarios de gestión para la cuenca, los que se describen en la Tabla 5-30.

Tabla 5-30 Escenarios de gestión seleccionados

Escenario	Objetivo	Resultados
E0 Escenario Tendencial	Estimar la respuesta del sistema a la proyección de cambio climático seleccionada	Estado: evolución de la oferta de agua superficial; recarga y volumen húmedo de acuíferos.
E1 Cambio de Uso de Suelo	Evaluar la evolución de parámetros hidrológicos e hidrogeológicos bajo el supuesto de que elimina la cobertura de bosque nativo no protegida	Personas: satisfacción de fuentes de APU + SSR agrupados y N° de meses al año en que no se satisface la demanda de producción)
E2 Aumento poblacional	Evaluar la satisfacción de la demanda de agua para las personas bajo un supuesto de aumento acelerado de la población	Ecosistemas: Variación del caudal entrante por humedal seleccionado
E3 Tranques de Acumulación de Aguas Lluvia (Plan)	Evaluar la posibilidad de instalar tranques de acumulación de aguas lluvia para suplir brecha identificada en EG01	Desarrollo Productivo: N° de meses al año por debajo de precipitación promedio mensual

Fuente: Elaboración propia

5.5.1 Escenarios de gestión

En las cuencas de las islas Chiloé y circundantes se han definido 3 escenarios de gestión, con el objetivo de reflejar la respuesta del sistema ante distintos escenarios de escasez hídrica. La propuesta de los escenarios visualiza las evaluaciones realizadas a lo largo del estudio junto a los distintos actores de la cuenca.

Estos escenarios no limitan el considerar medidas transitorias que den respuesta a distintas soluciones dentro del Plan. Como parte de la evaluación las distintas alternativas incluidas en el Plan Estratégico, se realiza una evaluación socioeconómica de los escenarios.

5.5.1.1 Definición de Escenarios

5.5.1.1.1 Escenario 1: Cambio de uso de suelo y sus efectos sobre el Balance Hídrico de la cuenca.

Este escenario involucra simular un cambio de uso del suelo donde se produce una pérdida radical del bosque nativo respecto de las coberturas actuales, con el propósito de evaluar la respuesta que da el modelo ante cambios de uso del suelo. Para aquello se supone una capa de uso de suelo al año 2060 de tal forma de incluir estas nuevas áreas de uso de suelo en la modelación WEAP y analizar la variación en el comportamiento hidrológico de la cuenca.

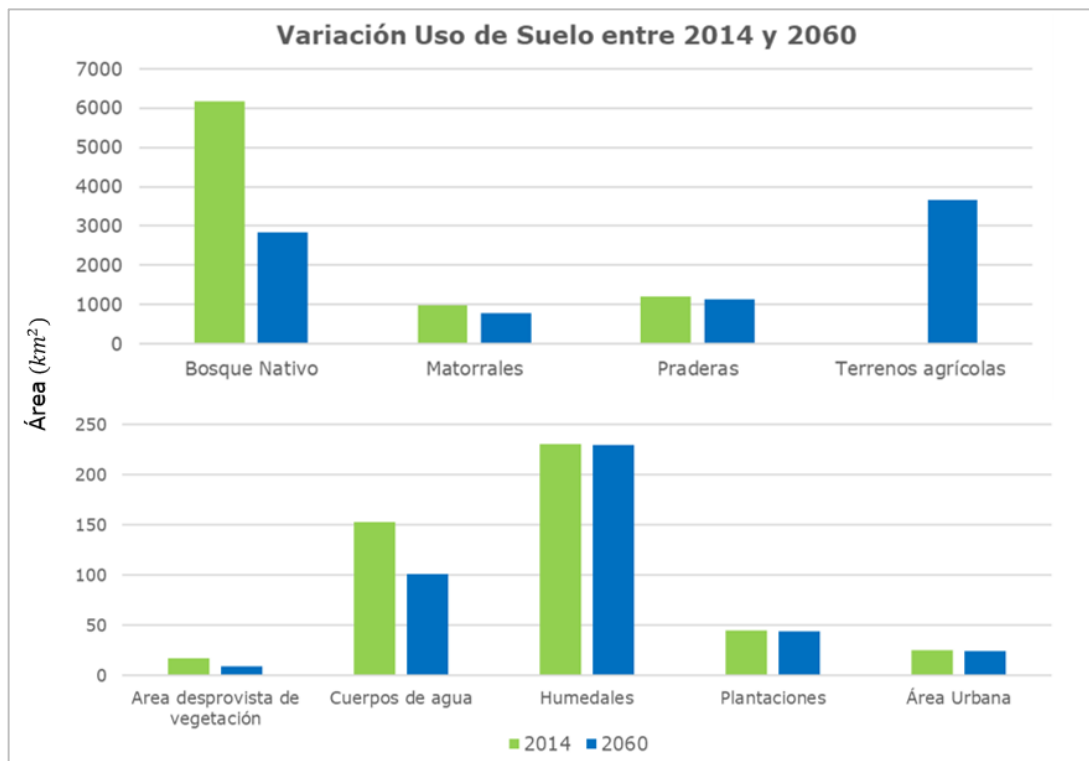


Ilustración 5-12 Variación de usos de suelos considerados en la modelación entre el año 2014 y 2060

La capa creada tiene su origen en el Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile para Región de Los Lagos, desarrollado por CONAF, insumo a través del cual se obtiene el uso de uso definido para la situación actual, y sobre el cual se determinan las variaciones al año 2060. Tomando como base de información el catastro del año 2014 se determinó que para el año 2060 las superficies actualmente bajo alguna figura de



protección e interés oficial mantendrían su superficie, mientras que en las áreas restantes es donde se generarían los cambios proyectados. En particular se mantiene bosque nativo en las áreas protegidas actuales, mientras que el bosque nativo fuera de las áreas protegidas es reemplazado por áreas de uso agrícola. Respecto a esta capa cabe destacar que es una proyección supuesta por el equipo consultor y no necesariamente tiene relación con los cambios que efectivamente ocurrirán en la cuenca.

En la Ilustración 5-12 se observa la variación supuesta en los usos de suelos, en donde se puede visualizar una disminución del bosque nativo de 3.336 km², en el caso de los matorrales una disminución de 202 km², para las praderas un descenso de 62 km² y un aumento en los terrenos agrícolas de 3.660 km². En el caso de los humedales, la superficie de este uso de suelo se supone sin variaciones.

5.5.1.1.2 Escenario 2: Aumento Poblacional

Dentro de los escenarios de gestión modelados se incluye uno de aumento poblacional intensificado en la cuenca. En este escenario, se considera que las poblaciones urbanas cuentan con tasas de crecimiento poblacional mayores a las aplicadas en el escenario base, por lo que la demanda de agua de uso sanitario en los centros urbanos aumenta acompañando el crecimiento poblacional intensificado. Este aumento intensificado es considerado desde el año 2021 en adelante; de esta manera, en este escenario, los años previos a 2021 consideran poblaciones urbanas iguales a las incluidas en el escenario base, pero con un crecimiento intensificado desde ahí en adelante. Más en detalle, las tasas de crecimiento poblacional utilizadas en cada localidad urbana para este escenario, tanto para población base como para población flotante, son las presentadas en la Tabla 5-31.

La forma en se incluyó este escenario en la modelación es reemplazando el archivo .csv que le entrega al modelo la cantidad de población considerada en las localidades. Para más información sobre los habitantes proyectados, se puede visualizar en la carpeta de WEAP AREAS del modelo, específicamente en el archivo POB_Localidades_Escenario_Gestion.csv de la carpeta APU.

En este escenario se tienen en cuenta las capacidades actuales de abastecimiento de las fuentes, sin contemplar ampliaciones de sus capacidades. De esta forma, los niveles de cobertura de las demandas urbanas comienzan a ser menores que 100% desde el año hidrológico 2056 en las localidades de Quellón y Castro, llegando a coberturas de 91%.

Tabla 5-31 Tasas de crecimiento poblacional intensificado consideradas en el escenario de gestión desde el año 2021 en adelante

Localidad	Tasa de crecimiento poblacional en escenario crecimiento intensificado	Población Base Plan de Desarrollo	Población proyectada por escenario tendencial	Población proyectada en escenario crecimiento intensificado
		2020	2060	2060
Ancud	2%	29.446	55.914	63.971
Achao	2%	3.196	3.246	7.489
Castro	2%	36.322	55.396	78.302
Chonchi	2%	3.717	3.781	8.678
Quellón	2%	24.454	45.639	53.488
Dalcahue	2%	4.365	4.488	10.200
Total		101.500	168.464	222.128

Fuente: Elaboración propia

5.5.1.1.3 Escenario 3: Tranques de acumulación de aguas lluvia

Este escenario de gestión considera tranques de acumulación de aguas lluvias como respaldo a fuentes naturales para el abastecimiento de agua potable de las localidades urbanas. La idea consiste en ampliar y/o crear nuevos tranques para las localidades que presentan brecha, por este motivo se crean 2 nuevos tranques (para Castro y para Quellón) y se amplía la capacidad del tranque Pudeto (para Ancud), puesto que son las localidades que frente a un aumento de la población intensificado presentan brecha al año 2060. Es importante resaltar que en este escenario no se considera el crecimiento poblacional tendencial del escenario base, sino que se toma en cuenta el crecimiento poblacional intensificado aplicado en el escenario de gestión 2 (ver apartado 5.5.1.1.2)

Los tranques nuevos incluidos corresponden al tranque **Castro** con una capacidad de regulación de 0,1 hm³ (entra en funcionamiento el año 2030) y al tranque **Quellón** con 0,3 hm³ (entra en funcionamiento el año 2055). Para la modelación se han incluido estos tranques a partir de un elemento **Embalse**. De esta forma, estos elementos acumulan agua en los meses de mayores caudales en los cauces, que posteriormente es utilizada en los meses de estiaje, donde más brecha existe en las localidades. De igual manera opera el tranque Pudeto que abastece a **Ancud**, que en este escenario de gestión se le aumenta su capacidad de 0,4 hm³ a 1,4 hm³ desde 2035 en adelante.

Por otra parte, las capacidades de las conducciones desde las fuentes de abastecimiento hacia estas localidades también se ven aumentadas. En el caso de **Castro**, la conducción

desde el río Gamboa pasa de una capacidad de 200 L/s a 300 L/s a partir del año 2030. En **Quellón**, la capacidad de las conducciones desde sus fuentes superficiales pasa de 22 L/s a 142 L/s desde 2055 en adelante. Por último, en el caso de Ancud, la conducción desde el estero Mechaico se aumenta de 50 L/s a 270 L/s en la actualidad, mientras que la conducción desde el tranque Pudeto incrementa su capacidad de 75 L/s a 210 L/s en 2025. Un resumen de las medidas recientemente descritas para este escenario es presentado en la Tabla 5-32.

De esta manera, la cobertura en las localidades urbanas alcanza el 100% en todo el horizonte de modelación (hasta marzo de 2060).

Tabla 5-32 Resumen de las medidas tomadas en el escenario de tranques de acumulación de aguas lluvia

Localidad	Medida	Año de puesta en marcha
Castro	Creación de tranque Castro de 0,1 hm ³	2030
	Aumento de conducción desde río Gamboa en 100 L/s	2030
Quellón	Creación de tranque Quellón de 0,3 hm ³	2055
	Aumento de conducción desde fuentes superficiales en 120 L/s	2055
Ancud	Aumento de capacidad en tranque Pudeto de 0,4 hm ³ a 1,4 hm ³	2035
	Aumento de conducción desde estero Mechaico en 220 L/s	Actualidad
	Aumento de conducción desde tranque Pudeto en 135 L/s	2025

Fuente: Elaboración propia

5.5.1.2 Evaluación de los resultados de los Escenarios de Gestión

En la evaluación de los Escenarios de Gestión, se generan diferentes resultados para todos los escenarios, los que son comparados con el escenario "0" base o tendencial, en adelante "E0"; los escenarios de gestión de cambio en uso de suelo, aumento poblacional y tranques de acumulación de aguas lluvia, son mencionados en adelante como E1, E2 y E3, respectivamente. Los resultados analizados de los escenarios evalúan aspectos de estado de la cuenca, abastecimiento para consumo humano y evolución de la oferta en humedales.

Para realizar el análisis se considera un periodo fijo actual del E0 en el lapso entre los años hidrológicos 2015 y 2019. Los resultados de todos los escenarios en el periodo proyectado 2050-2059 son comparados con lo obtenido en el periodo actual del escenario E0. De esta manera, en la Tabla 5-33 se presentan los resultados de balance superficial para los periodos mencionados, indicando valores de flujos de entrada y salida al ambiente superficial de la zona de estudio y comparando los montos obtenidos en la década 2050-2059 para todos los escenarios, con lo modelado para el periodo actual de 2015-2019 en

el escenario base E0. En este análisis, es importante tener en consideración que en el balance superficial se toma como volumen de control a todo el ambiente superficial de la zona de estudio, incluyendo solo los primeros horizontes del suelo (pero no el ambiente subterráneo de acuífero propiamente tal), y que, por ejemplo, todo caudal que sea elevado desde el acuífero (ambiente subterráneo) hacia la superficie (ambiente superficial) es considerado como un flujo de ingreso en el balance superficial.

En la Tabla 5-33, al comparar los resultados del escenario E1 con lo obtenido en el escenario E0, ambos en la década 2050-2059, se puede apreciar que, si bien los flujos de entrada son iguales en ambos casos (**Precipitación y Otras Entradas**), en el caso de E1 la **Evapotranspiración** desciende, la **Percolación** y la **Salida al mar por cauces superficiales** aumentan, mientras que la disminución en la **Variación de la humedad del suelo** es ligeramente menor. Esto se debe a que, como se ha comentado anteriormente, en E1 se considera un reemplazo de superficies de bosque nativo por terrenos agrícolas y, tal como se indica en la estimación de los coeficientes de cultivo de los usos de suelo a través de la metodología propuesta por Hunink *et al.* (2017) en el Anexo H, globalmente los terrenos agrícolas presentan coeficientes de cultivo ligeramente menores a los de bosque nativo. De esta forma, en el escenario E1 la modelación entrega evapotranspiraciones a nivel anual menores que en el escenario E0. No obstante, es importante recalcar que, tal como es mencionado en el Anexo H, estas estimaciones de coeficientes de cultivo tienen asociadas incertidumbres propias de ser realizadas indirectamente a través de índices NDVI en la metodología de Hunink *et al.* (2017), y están disponibles a ser mejorados una vez que se cuente con más estudios y mayor conocimiento de coeficientes de cultivos en superficies como bosque nativo. De esta forma, no se descarta que, a futuro, cuando se tengan más herramientas que puedan ser utilizadas para una estimación menos incierta de los coeficientes de cultivo, los resultados y conclusiones sean distintos a los mencionados en el presente estudio respecto al escenario de cambio de uso de suelo.

Por otra parte, otro hecho que ocurre en la modelación es que la capacidad de la zona de raíces (Sw) se reduce al pasar de bosque nativo a terreno agrícola (ver apartado 4.13 del Anexo H), por lo que las zonas de raíces de aquellas superficies que en E0 son bosque nativo y en E1 son plantaciones forestales, disminuyen y tienden a estar más saturadas de agua a causa de esta disminución en su capacidad (incrementa Z1). Este incremento en Z1 se traduce en un aumento de la percolación y de la escorrentía subsuperficial (*Interflow* en WEAP), ya que ambas crecen junto con Z1 según lo incluido en el método de humedad del suelo de WEAP; razón por la cual incrementan los valores de percolación y salida al mar por cauces superficiales en la Tabla 5-33. Sin embargo, el aumento de la percolación y de la escorrentía subsuperficial no es lo suficientemente grande como para llevarse consigo toda el agua que dejó de ser evapotranspirada, por lo que finalmente se tiene que la disminución en la humedad del suelo en E1 es ligeramente menor a lo modelado en E0.

Tabla 5-33 Resultados Escenarios. Balance Superficial (hm³/año)

Salidas entradas	2015-2019		2050-2059		
	E0	E0	E1	E2	E3
Entradas	16.714	14.970	14.970	14.972	14.972
Precipitación	16.672	14.926	14.926	14.926	14.926
Otras entradas (aguas subterráneas elevadas para uso sanitario e industrial)	41	43	43	46	46
Salidas	16.712	14.985	14.983	14.988	14.988
Evapotranspiración	2.444	2.275	2.172	2.275	2.275
Percolación	485	438	463	438	438
Salida Al Mar por cauces superficiales naturales	13.752	12.239	12.315	12.240	12.237
Otras salidas (percolación desde APU y SSR, caudal consumido por sitios de demanda que no vuelven a la cuenca, etc.)	31	33	33	35	37
Variación Humedad del Suelo (ΔV)	1	-16	-13	-16	-16
Balance	0	0	-1	0	0
Error %	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados del modelo WEAP

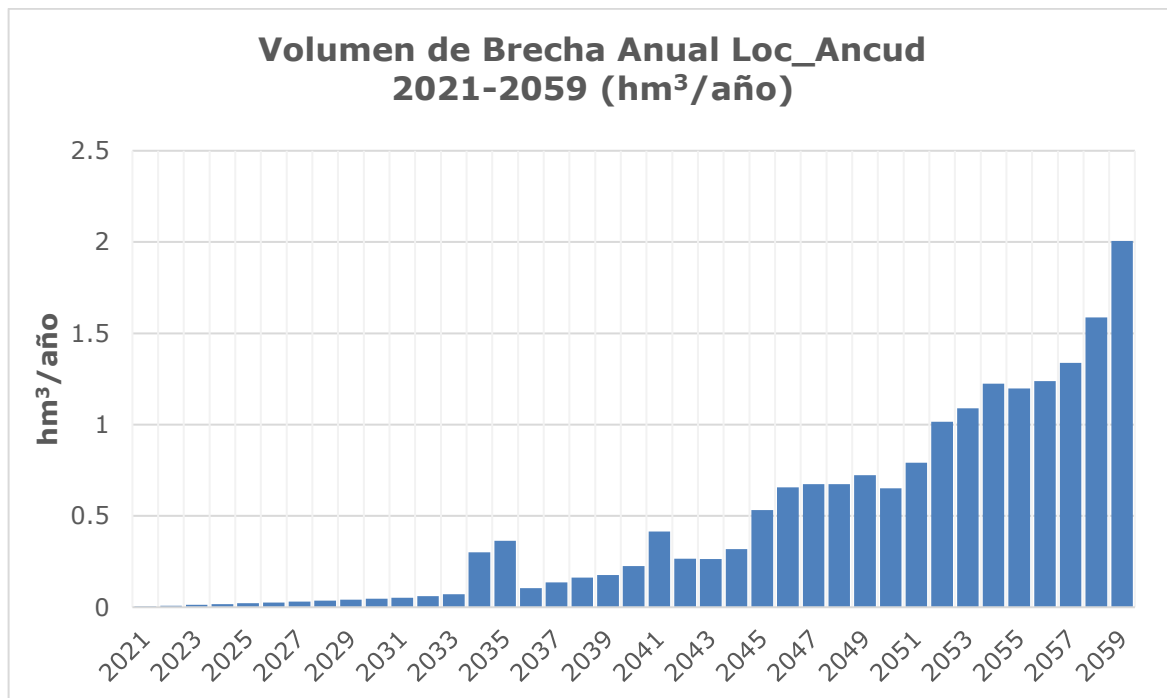
Posteriormente, si se realiza un análisis comparativo entre lo obtenido en E2 y E0 para la década 2050-2059, se aprecia que la precipitación es la misma, pero en E2 el flujo en **Otras Entradas** es mayor que en E0. Esto es debido a que el incremento intensificado de la población de E2 trae consigo un aumento de la extracción de aguas subterráneas desde APU, llevando recursos subterráneos hacia el ambiente superficial de la cuenca (aumenta **Otras Entradas**). Este aumento en la extracción de aguas subterráneas para su utilización en actividades sanitarias trae consigo un incremento del caudal que estas localidades finalmente disponen en cuerpos de agua superficiales, generando un aumento en **Salida al Mar por cauces superficiales**. Por otra parte, en E2 también se observa un aumento en **Otras Salidas** respecto a E0, que se ocasiona por el aumento del volumen consumido por las APU (agua tomada por las APU que no vuelve a la cuenca) a causa del crecimiento intensificado de la población. Las magnitudes de **Precipitación, Evapotranspiración, Percolación y Variación en la Humedad del Suelo** no tienen afectaciones a causa del incremento intensificado de la población en WEAP, por lo que no se ven cambios del E2 respecto al E0.

Por último, el escenario E3 presenta los mismos comportamientos esperados a causa del incremento intensificado de la población, con la diferencia de que se observa una disminución de la **Salida al Mar por cauces superficiales** y un aumento de **Otras Salidas** respecto a lo modelado en E0 (década 2050-2059). El primero de estos fenómenos

tiene su origen en el hecho de que la inclusión de tranques de acumulación de aguas lluvia permite a las localidades urbanas lograr una mayor extracción de aguas superficiales, generando una reducción en la escorrentía superficial y de los caudales que terminan siendo desembocados hacia el mar. El segundo de los fenómenos mencionados se debe a nuevamente un incremento en el volumen consumido por las APU (agua tomada por las APU que no vuelve a la cuenca) a causa del crecimiento intensificado de la población, que esta vez es mayor al ocurrido en E2. Tal como ocurre en E2, en E3 las magnitudes de **Precipitación, Evapotranspiración, Percolación y Variación en la Humedad del Suelo** no tienen afectaciones generadas por el escenario de gestión, por lo que no se ven cambios del E3 respecto al E0 en esas magnitudes.

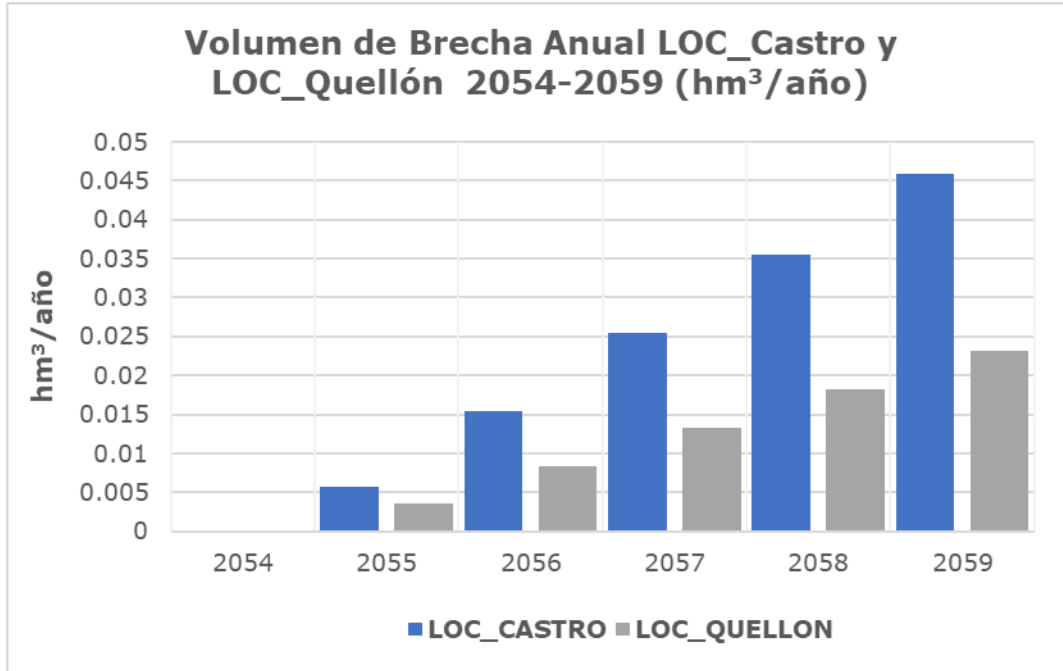
Respecto al análisis de abastecimiento para consumo humano en el sector urbano, en la Ilustración 5-13 e Ilustración 5-14 se presentan resultados de brecha anual para las localidades de Ancud, Castro y Quellón. En el caso de Ancud la brecha se genera desde el año 2022 en adelante, en cambio en las localidades de Castro y Quellón la brecha se genera desde el año 2055 en adelante.

**Ilustración 5-13 Análisis de satisfacción de abastecimiento sector urbano.
Volumen de brecha anual Loc_Ancud 2022-2060 (hm³/año)**



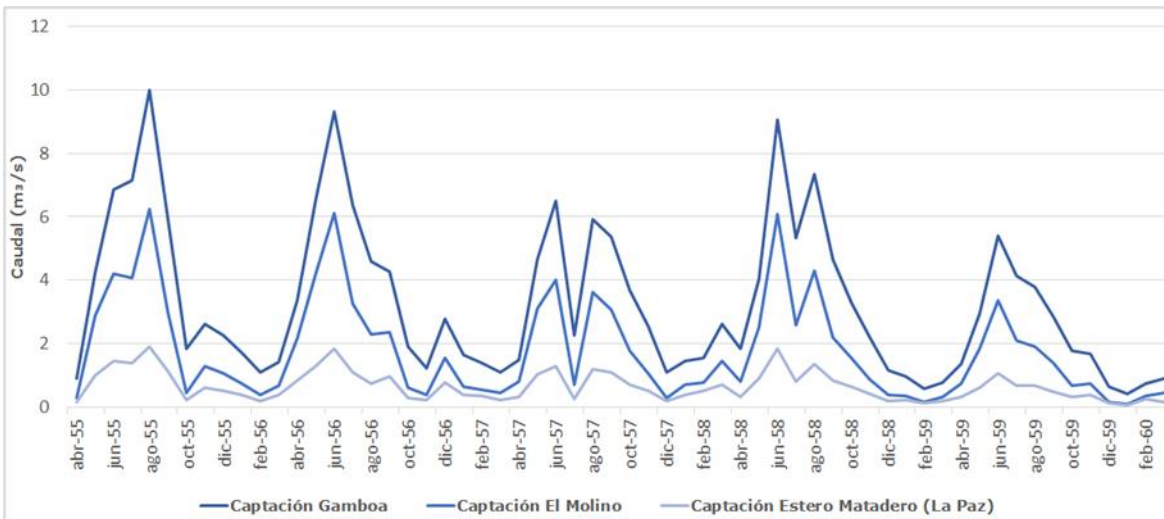
Fuente: Elaboración propia en base a resultados del modelo WEAP

Ilustración 5-14 Análisis de satisfacción de abastecimiento sector urbano. Volumen de brecha anual Loc_Castro y Loc_Quellón años 2055-2060 ($\text{hm}^3/\text{año}$)



Fuente: Elaboración propia en base a resultados del modelo WEAP

Ilustración 5-15 Caudal en los cauces que abastecen las captaciones APU de Quellón y Ancud (m^3/s).



Fuente: Elaboración propia en base a resultados del modelo WEAP

El motivo por el cual se genera la brecha es que, frente al aumento en la población, las captaciones superficiales que alimentan a estas localidades llegan a su máxima capacidad. En el caso del APU Castro, este se abastece superficialmente de dos captaciones, la primera "río Gamboa" tiene una capacidad de 0,2 m³/s y la segunda captación "El Molino" de 0,03 m³/s. En la Ilustración 5-14 se puede observar que caudal pasante por el cauce del río que abastece esta localidad es mayor a 0,42 m³/s y 0,10 m³/s para las captaciones de río Gamboa y El Molino respectivamente, por ende, la brecha no se produce por falta de flujo superficial. Para Quellón el motivo es el mismo, esta localidad se abastece de una captación en el estero Matadero de 0,022 m³/s de capacidad, mientras que en Ilustración 5-15 el flujo pasante en el cauce es mayor a 0,07 m³/s.

En el análisis de la oferta aportada a los humedales, en la Tabla 5-34 se presenta el volumen de agua modelado que es afluente a cada humedal analizado, tanto en el periodo actual del escenario base E0 (2015-2019), como en la década proyectada de 2050-2059 en los escenarios E0, E1, E2 y E3. Asimismo, se presentan las variaciones volumétricas y porcentuales de la oferta en la década 2050-2059 de todos los escenarios, respecto a la oferta en el escenario E0 en el periodo actual. Se puede ver que en todos los escenarios se presentan reducciones del caudal afluente a los humedales, con disminuciones que van desde el orden de -10%, hasta -21% en el caso de 41 humedal laguna Quilo; solo el humedal estero Quellón figura con incrementos de 6% (8% en el caso de E1). Adicionalmente, se puede observar que en general la situación proyectada a la década 2050-2059 no presenta variaciones que sean de relevancia entre los escenarios, por lo que la modelación indica que los 3 escenarios de gestión modelados no entregan grandes diferencias en el caudal afluente a los humedales en comparación con el escenario E0. De todas maneras, es importante mencionar que en el modelo WEAP creado solo se evaluó este aspecto cuantificando los caudales afluentes a los humedales, dejando fuera de análisis otros factores importantes de estos cuerpos de agua, que deben ser tomados en cuenta y evaluados en un análisis específicamente enfocado a humedales.

Tabla 5-34 Caudales afluentes a los principales humedales de la zona de estudio en el periodo actual y en la década 2050-2059 proyectada en todos los escenarios. Valores en hm³/año.

Humedal	E0				E1			E2			E3		
	2015-2019	2050-2059	Δ. Hm ³ /año	Dif %	2050-2059	Δ. Hm ³ /año	Dif %	2050-2059	Δ. Hm ³ /año	Dif %	2050-2059	Δ. Hm ³ /año	Dif %
Lago Cucao	1.215	1.086	-129	-11%	1.091	-124	-10%	1.086	-129	-11%	1.089	-126	-10%
Lago Huillinco	1.044	936	-107	-10%	941	-103	-10%	936	-107	-10%	939	-104	-10%
Rio Chepu	1.865	1.504	-361	-19%	1.512	-354	-19%	1.504	-361	-19%	1.510	-356	-19%
Humedal Gamboa	116	103	-14	-12%	103	-13	-11%	101	-15	-13%	101	-15	-13%
Humedal Estero Quellón	20	22	1	6%	22	2	8%	22	1	6%	22	1	6%
Laguna Chaiguata	486	429	-56	-12%	431	-54	-11%	429	-56	-12%	431	-55	-11%
Humedal Ten-Ten	12	11	-1	-10%	11	-1	-9%	11	-1	-8%	11	-1	-8%
Laguna Quilo	37	29	-8	-21%	29	-8	-21%	29	-8	-21%	29	-8	-21%
Círculo Humedales Pudeto Bajo	7	6	-1	-10%	6	-1	-9%	6	-1	-10%	6	-1	-10%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados del modelo WEAP

5.5.1.3 Conclusiones de los resultados de los escenarios de gestión

En la Tabla 5-35 se presentan las conclusiones generales de los escenarios de gestión analizados.

Tabla 5-35 Conclusiones de los resultados de los escenarios de gestión

Escenario	Objetivo	Conclusiones
E1 Cambio de Uso de Suelo	Evaluar la evolución de la cuenca desde el punto de vista hidrológico e hidrogeológico bajo el supuesto de que elimina la cobertura de bosque nativo no protegida	<p>Presenta un cambio en la escorrentía superficial, con un aumento de 6,2% respecto al E0 (comparación tomando década 2050-2059 para ambos escenarios). Este cambio es independiente a la precipitación, ya que esta es igual para todos los escenarios, y se debe principalmente a la reducción de la evapotranspiración relacionada a los coeficientes de cultivo estimados por metodología de Hunink <i>et al.</i> (2017).</p> <p>Este aumento en la escorrentía viene aparejado con un aumento en la percolación hacia el acuífero, ambos generados en la modelación por la reducción de la evapotranspiración y por el reflejo, en el modelo, de una menor capacidad del uso de suelo Plantación Agrícola para retener aguas en la zona de raíces de WEAP en comparación a la capacidad del Bosque Nativo.</p>
E2 Aumento poblacional	Evaluar la satisfacción de la demanda de agua para las personas bajo un supuesto de aumento acelerado de la población	<p>Existe una brecha asociada al aumento poblacional en las localidades de Ancud, Castro y Quellón con una brecha máxima anual de 2,0; 0,05 y 0,02 hm³/año respectivamente. Esta brecha comienza a identificarse en el año hidrológico 2055 para las localidades de Castro y Quellón, por lo tanto, no se considera un problema a corto o mediano plazo para esas localidades. En cambio, en el caso de Ancud esta brecha empieza identificarse en la actualidad (2022), por ende es un problema que las localidades pertinentes ya debería preocuparse.</p>
E3 Tranques de Acumulación de Aguas Iluvia (Plan)	Evaluar la posibilidad de instalar tranques de acumulación de aguas lluvia para suplir brecha identificada en E2	<p>Los tranques propuestos cumplen con el objetivo de reducir la brecha del E2 en las localidades de Castro y Quellón, en las que se alcanza una cobertura de 100% de sus demandas modeladas en todo el horizonte de modelación.</p>

Fuente: Elaboración propia



5.5.2 Evaluación socioeconómica

La evaluación socioeconómica corresponde a la revisión de los escenarios de gestión analizados, desde el punto de vista de la viabilidad financiera y el impacto social que estas tienen.

En lo principal, las iniciativas se evalúan en función del costo de inversión, que es la parte que financia el Estado en forma total o parcial. Este costo de inversión, que se determina en función de los “precios sociales” debe asegurar un retorno expresado en el beneficio directo que produce a las personas, con tal de que la iniciativa sea socialmente rentable, y sea aprobada en el análisis sectorial que realiza el Ministerio de Desarrollo Social y Familia.

Dentro del Sistema Nacional de Inversiones (SNI), el sector recursos hídricos³⁷ considera toda aquella inversión tendiente a mejorar la cobertura o calidad de agua potable, la evacuación y disposición de aguas servidas; la evacuación y drenaje de aguas lluvias; las iniciativas para dotar de riego determinadas áreas, las defensas Fluviales y los cauces artificiales. Si bien no todas las iniciativas propuestas en el contexto del presente Plan corresponden a esta definición (no están consideradas las inversiones en ecosistemas acuáticos y terrestres, la gestión institucional o la gobernanza), sí se da cuenta de buena parte de las soluciones basadas en la infraestructura (infraestructura gris).

Las memorias de cálculo de la evaluación socioeconómica de los escenarios de gestión se presentan en el Anexo J6.

5.5.2.1 Escenario 1: Cambio de Uso del Suelo

Este escenario plantea que se remueve la totalidad de la superficie de bosque nativo que se encuentra fuera de las áreas silvestres protegidas de la provincia, incluyendo humedales y turberas, siendo reemplazados por cultivos agrícolas.

La evaluación económica del escenario se abordó desde el concepto de capital natural, el que puede ser entendido como una cuantificación financiera de los servicios ecosistémicos de un territorio en particular, sean estos de aprovisionamiento, regulación o culturales. El Ministerio de Medio Ambiente creó, de hecho, un Comité de Capital Natural del cual forma parte, entre otros, el Banco Central de Chile.

En este caso, se considera un servicio ecosistémico en particular, el cual es la provisión de agua. La hipótesis de trabajo es que existe una menor capacidad de la cuenca para regular el ciclo hidrológico, por lo que se reduce la recarga de acuíferos.

³⁷ <http://sni.gob.cl/sector/11>

Existen distintas alternativas para evaluar el costo de aportar 1 m³ de agua al sistema. En este caso, se optó como referencia el costo de obtener el agua mediante tranques de regulación (Escenario 3: Tranques de acumulación), que equivale a \$400 / m³.

Es decir, si se pierde la capacidad de regulación natural de los ecosistemas sobre el ciclo hidrológico, costará a lo menos \$400 pesos por m³ el recuperarla mediante tranques artificiales.

Sin embargo, el resultado de la evaluación del escenario de gestión no avala la hipótesis de trabajo, ya que al cambiar la cubierta forestal, se produce una reducción de la evapotranspiración, y en consecuencia, un aumento de la disponibilidad de agua a nivel superficial y subterráneo. En este caso, se debe discutir la pertinencia del modelo empleado (WEAP), sin embargo, para efectos de la evaluación económica, se tiene la paradoja de que eliminar la cubierta boscosa aumenta la disponibilidad de agua en 102 hm³ al año (77 hm³ en oferta superficial, y 25 hm³ en recarga de acuíferos) y por ende, el valor acumulado del servicio ecosistémico aumenta en \$40.800 millones de pesos al año (un 8,0% sobre el valor proyectado por el modelo).

Sin embargo, se debe mencionar que existen otros servicios ecosistémicos asociados a las coberturas boscosas que no están siendo valorados dentro de este análisis, pero que son extremadamente relevantes a la hora de determinar los posibles beneficios de la corta de vegetación. Estos servicios son:

- Captura de carbono en biomasa y suelo
- Mantención de la Biodiversidad
- Protección del suelo contra la erosión
- Provisión de materias primas (leña)
- Servicios culturales y recreativos, principalmente asociados al turismo

En consecuencia, se concluye que la aproximación adoptada, si bien es metodológicamente correcta, es insuficiente para dar cuenta en forma cabal de los resultados de este escenario, y que se requiere una evaluación con otras metodologías y contextos distintos a los que proporciona el presente Plan Estratégico.

5.5.2.2 Escenario 2: Aumento Poblacional

En el caso del escenario de aumento poblacional se tomó como supuesto un crecimiento acelerado de la población de las localidades que se encuentran dentro del territorio operacional de la empresa sanitaria (ESSAL). En este caso, se tuvo que la brecha máxima (es variable en el tiempo) llega a 0,47 hm³ en el año 2060 para las localidades evaluadas. Sin embargo, es relevante particularmente en las localidades de Ancud, Castro y Quellón,

donde se vuelve una brecha permanente durante el período estival y resulta en la evaluación del Escenario N° 3: Tranques de acumulación.

En consecuencia, dentro de este escenario se evaluó el costo alternativo de provisión de la brecha hídrica de las localidades de Castro y de Quellón mediante camiones aljibe. Para esto, se tomó como supuesto que el costo de provisión de agua es de \$10 pesos por litro, o \$10.000 pesos por m³ de agua.

Tabla 5-36 Evaluación del costo de atender la brecha de agua con camiones aljibe

Localidad	Escenario de aumento poblacional			
	Nº de años con brecha hídrica en 30 años	Brecha Anual (m ³ /año)	Costo de provisión de agua (\$/hm ³)	Costo Total (Millones de \$)
Ancud	26	1,00	10.000	260.000
Castro	5	0,05	10.000	2.500
Quellón	5	0,02	10.000	1.000
Total	--	1,07		263.500

Fuente: Elaboración propia

En consecuencia, el acumulado de la brecha hídrica si fuera atendida con camiones aljibe, es de \$ 263.500 millones de pesos, hasta el año 2060, fuertemente concentrados en la localidad de Ancud.

En este caso, como la brecha máxima esperada es de 2,0 hm³, y se consideró que en promedio era de 1,0 hm³ al año. Para las localidades de Castro y Quellón se consideró que la brecha era homogénea para los 5 años considerados dentro del período de evaluación.

5.5.2.3 Escenario 3: Tranques de acumulación

En este caso, el único componente considerado como una inversión dentro del sector recursos hídricos son los tranques de acumulación de aguas lluvia. Dentro del plan estratégico se propone el estudio de ingeniería, pero para efectos de análisis, se realizó un análisis de costo de provisión de agua en el largo plazo, y así poder compararlo contra alternativas como la desalación como fuente alternativa de agua.

Para determinar el costo aproximado de la medida, se realizó una serie de supuestos:

1. La estimación de la brecha insatisfecha se realizó a 30 años, y se tomó como referencia las brechas indicadas en el escenario de aumento poblacional. Es decir,

que la localidad de Ancud tendrá una brecha potencial de $2,0 \text{ hm}^3$ /año; la localidad de Castro alcanzará una brecha de $0,05 \text{ hm}^3$; y la localidad de Quellón una brecha de $0,02 \text{ hm}^3$. El aumento de la brecha se determinó linealmente entre el año 1 ($0,0 \text{ hm}^3$) hasta el año 30 ($2,07 \text{ hm}^3$).

2. Se supuso 3 tranques, 1 de 500.000 m^3 (Ancud) y 2 de 100.000 m^3 cada uno (Castro y Quellón). Los tranques funcionan como reguladores del flujo, y se pueden llenar varias veces el año en función de la brecha.
3. Se supuso que el costo de construcción es de \$2.000 millones de pesos en el caso de Ancud y que ocurre en el año 1 de la evaluación; y de \$1.000 millones para los tranques de Castro y Quellón, los que se construyen en el año 20. En cada caso se incluye expropiación de la superficie, el costo de construcción del muro principal, red de captaciones (para el caso que se traiga excedentes de más de un estero) y la conducción de entrega.

Se realizó un análisis económico simple, con los siguientes parámetros:

- Período de evaluación, 30 años
- Tasa de interés, 10%
- Costo financiero, se consideró nulo para este análisis
- Costo de inversión, \$3.000 millones, los que ocurren \$2.000 en el año 1, y \$2.000 millones en el año 20.
- Costo de operación del embalse alcanza a \$50 pesos por m^3 de agua provisto, y es invariable en el tiempo
- Precio del agua invariable en el tiempo
- El volumen de agua a vender corresponde a la totalidad de la brecha que existe en las localidades abastecidas.

En una primera consulta, se fijó la tasa de interés y se determinó el precio teórico al cual debe venderse el agua dentro de la concesión, el que resultó ser de \$400 pesos/ m^3 . En este caso, el factor que incide en mayor medida es el costo de inversión (CAPEX), ya que incluso, si el costo de operación fuese igual a \$0/ m^3 , el precio por m^3 de agua sería de \$350/ m^3 . Es decir, el costo del agua siempre será \$350/ m^3 más el costo de operación. No se consideró en el análisis el costo de tratamiento, por lo que el precio determinado corresponde a un valor adicional a la tarifa actual.

La alternativa frente a la construcción de ambos tranques es la construcción de plantas desalinizadoras de agua de mar. Se estima que el costo de entrega de 1 m^3 de agua desalinizada es de aproximadamente $1 \text{ usd}/\text{m}^3$, es decir, oscila entre \$800 a \$1.000 pesos por cada m^3 de agua provisto, previo a potabilización.

En este caso, el costo de resolución de la demanda insatisfecha de agua mediante embalses es la mitad del costo estimado mediante desalación. Adicionalmente se debe considerar que:

- La población tiende a desconocer el gusto del agua de mar desalada
- La iniciativa requiere de provisión de energía permanente, lo que incide en el costo de operación y eventualmente, en la emisión de gases de efecto invernadero
- Las PDAM tienen descargas de salmuera que pudieran entrar en conflicto con otros usos del borde costero

Si bien los embalses de acumulación también tienen externalidades negativas, principalmente asociadas al impacto ambiental sobre la superficie inundada y la alteración de cauces naturales, se considera que el alcance de estos es mucho menor a la desalación, y notablemente inferior a los camiones aljibe (\$263.500 millones de pesos según escenario 2). Así mismo, la acumulación de agua se acerca a la cultura del agua que mantiene la población local, por lo que se prevé su fácil aceptación.

5.5.2.4 Requisitos de implementación

Como se señaló, uno de los aspectos clave para la implementación de las medidas propuestas dentro del presente Plan Estratégico pasa por la rentabilidad social de las mismas. Dentro de las medidas evaluadas a nivel de escenarios de gestión, la construcción de tranques de regulación corresponde a una inversión privada, que en caso de materializarse sería desarrollada bajo el contexto de concesiones sanitarias que operan bajo la Superintendencia de Servicios Sanitarios. Existe la alternativa de que la inversión se materialice con fondos públicos, bajo la estatal Empresa Concesionara de Servicios Sanitarios, ECONSSA. Sin embargo, dado que la obra corresponde al natural desarrollo del territorio operacional de la empresa sanitaria, ESSAL, se considera que la segunda alternativa es poco probable.

Para el caso que se desarrolle dentro de la concesión sanitaria, la construcción del acueducto tendrá un impacto reflejado dentro de la tarifa que pagan los clientes por el servicio. Sin embargo, el real costo o diferencia solo se podrá determinar en el momento de la definición de esta infraestructura y la estrategia de distribución de los costos dentro de los distintos territorios operacionales.

Una medida no evaluada dentro de los escenarios de gestión, pero que se considera dentro del sector recursos hídricos del SNI, es la ampliación de la cobertura de los servicios sanitarios rurales, SSR, para dar cuenta de los arranques pendientes identificados en la brecha BPER 5 (1.642 arranques estimados para todo el archipiélago). Más adelante dentro



del informe se realizará una estimación referencial del costo de ampliación para cada arranque, siguiendo la pauta establecida de a lo menos 8 viviendas por km. No se aplicó otros criterios complementarios, ya que se dispone de información suficiente en un plan de estas características (estratégico).

Los sectores dispersos (por debajo del umbral definido para los SSR), y las viviendas aisladas, quedan fuera de esta política pública y son, en rigor, el estrato más golpeado por la menor disponibilidad de agua. Este es el bloque que contribuye en mayor medida a la demanda por camiones aljibe en la región.

Finalmente, la protección de fuentes naturales y otras acciones destinadas a mejorar la seguridad de abastecimiento quedan fuera del sistema de evaluación diseñado. En rigor, por tratarse de soluciones basadas en la naturaleza (infraestructura verde), no se dimensionan como solución en sí y quedan restringida a otras entidades sectoriales, como la Corporación nacional Forestal. Se aprecia una desconexión de los objetivos de desarrollo sostenible planteados para la cuenca, y los instrumentos de financiamiento de las medidas requeridas para su obtención.

5.6 Mercado del agua

Los derechos de aprovechamiento de aguas en Chile tienen la característica que otorgan a su titular un derecho sobre estos, debido a lo cual se deben cumplir con normativas legales sobre inscripción conservatoria. De acuerdo con Artículo 112 del Código de Aguas se obliga a los Conservador de Bienes Raíces (CBR) del país, y existiendo derechos de aprovechamiento en su jurisdicción, a inscribir los Derechos de Aprovechamiento de Aguas en lo que se denomina los registros de propiedad de aguas, donde se anotan todos los derechos de aprovechamiento de aguas otorgados o que han sufrido algún tipo de mutación. Esta acción la debe realizar el usuario y es obligatorio para que la persona tenga todas las atribuciones del dominio sobre los derechos. Así, los CBR deben informar a la Dirección General de Aguas de todas las inscripciones que se realizan en el registro de propiedad de aguas de su jurisdicción.

En base a lo indicado en el párrafo anterior, y para analizar el comportamiento del mercado del agua en la cuenca de estudio, se obtienen los antecedentes respecto a Inscripciones de Derechos de Aprovechamiento de Aguas en Conservadores de Bienes Raíces³⁸. Esta base de datos corresponde a planilla Excel que contiene información de todos los CBR del país que hayan enviados sus antecedentes de transacciones a la DGA. El listado de antecedentes obtenidos son los que se presentan en la Tabla 5-37.

³⁸ Revisado en <https://snia.mop.gob.cl/ciudadaniacbr/>

Tabla 5-37. Antecedentes de los DAA disponible por DGA derivadas de los CBR

Campos
REGIÓN
LUGAR CBR
REGISTRO AÑO CBR ACTUAL
NUMERO CBR ACTUAL
FOJAS CBR ACTUAL
TIPO DE TRANSACCIÓN
FECHA INSCRIPCIÓN EN EL CBR
RUT VENDEDOR
NOMBRE VENDEDOR
REGISTRO AÑO ANTERIOR
NÚMERO CBR ANTERIOR
FOJAR CBR ANTERIOR
NATURALEZA
CAUDAL PROMEDIO
UNIDAD CAUDAL
TIPO DE DERECHO
EJERCICIO DEL DERECHO
FUENTE
VALOR TOTAL DE LA TRANSACCIÓN
UNIDAD MONEDA
OBSERVACIONES

Fuente: Elaboración propia, en base a información DGA

De esto se reconoce que la base de datos permite conocer el número de transacciones que se realizan durante un periodo determinado, aunque son antecedentes que dependen de cada CBR y de la calidad la sistematización que estos hacen de la misma.

En la cuenca en estudio tienen jurisprudencia las siguientes oficinas CBR:

- Achao
- Ancud
- Castro
- Quellón
- Quinchao

Se menciona que la base de datos utilizada contiene antecedentes que dependen exclusivamente de los envíos de cada oficina CBR a DGA.

Así, considerando la base de información antes señalada, se tomaron los antecedentes para la Región de Los Lagos, los cuales fueron filtrados primero por antecedentes para las oficinas CBR correspondientes. Además, en lo que respecta a "Tipo de Transacción" se consideró solo aquellas definidas como "Compraventa", entendiendo que se busca obtener información respecto a Mercado del Agua.

De la información resultante, de acuerdo con lo expuesto en el párrafo anterior, se obtuvieron antecedentes incompletos ya sea para las columnas de "Valor Total de la Transacción" y "Unidad Moneda", no siendo consideradas en el análisis aquellas transacciones en las cuales se carecía de datos.

Con los datos resultantes, se realizó análisis desde los registros inscritos entre los años 2015 a 2020, de lo que resulta que solo se identificaron transacciones para las oficinas de Ancud, Castro, Quellón. Se obtuvieron 42 títulos de propiedad inscritos cumpliendo con los criterios antes referidos, de cuyo total 12 son DAA subterráneos, 28 de aguas superficiales y 2 DAA para el cual no se indica la naturaleza. En este análisis se dejan fuera aquellas transacciones que no contienen el antecedente sobre la naturaleza del recurso.

Respecto a la "Unidad de Moneda" se representan mayormente en Pesos, aunque también existe una transacción realizada en UF y USD, sumando además tres casos en los cuales no se detalla valor ni tipo de moneda. En los análisis propuestos se llevan todos los valores a Pesos Chilenos con valor de 01 de abril de 2022³⁹. En la Tabla 5-38 se entrega resultado de la sistematización indicada en los párrafos anteriores. Se visualiza que tanto para las aguas superficiales y subterráneas son los litros por segundo la unidad de caudal utilizada por CBR para definir los caudales. Por su parte, para los DAA subterráneos son los litros por segundo la unidad de caudal más transada.

Tabla 5-38. Transacciones compraventa DAA comunas del estudio

Naturaleza	Unidad de Caudal	Nº DAA	Caudal promedio	Valor Total de Transacción Promedio (\$)	Total (\$) Transado	Valor Transacción por Unidad de Caudal (\$)
Superficial	Litros por segundo	28	110,74	15.605.048	1.728.103.016	140.916
Subterráneo	Litros por segundo	12	18,82	34.448.934	648.328.938	1.830.443

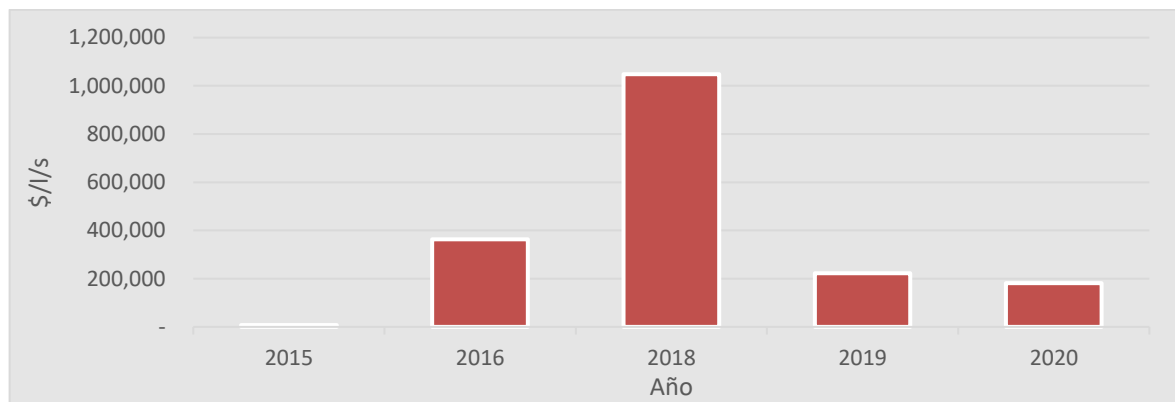
Fuente: Elaboración propia, en base a información DGA (2021)

³⁹ Valor UF: 31.730,80 pesos. Valor USD 787,98

Respecto a los valores por litro por segundo, destaca el valor promedio que valores que se alcanzan por litros por segundo en aguas subterráneas (\$1.830.443 pesos/l/s), mientras que en aguas superficiales con \$140.916 pesos por litro y por segundo se podría evaluar como un valor referencial bajo si es comparado a escala nacional.

Se debe precisar que para el caso de las aguas la planilla detalla que en algunas transacciones (compraventa) fueron consideradas otros derechos, lo cual podría indicar una sobreestimación del precio de venta presentado.

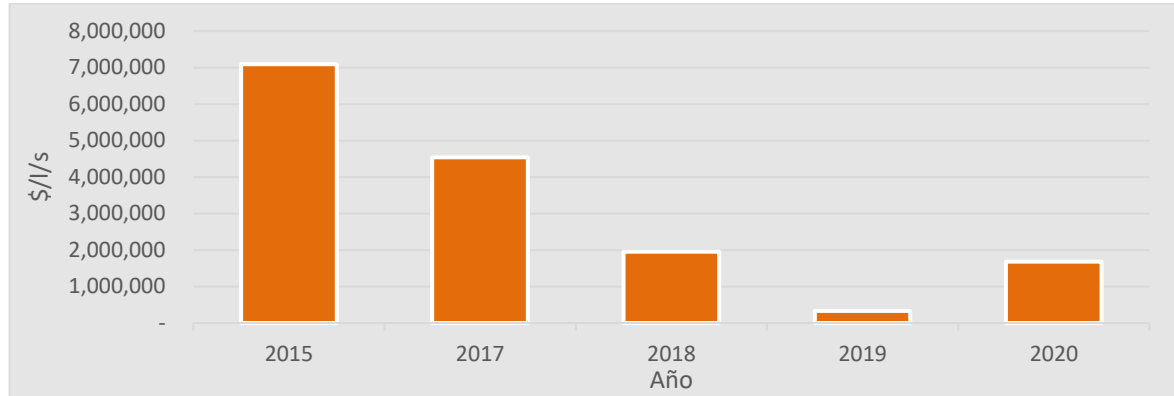
Seguido de lo anterior, se analiza cómo ha sido la evolución de los valores promedio para las unidades de caudales más frecuentes en entre los datos revisados. En el Ilustración 5-16 se comparan los precios promedio de aguas superficiales para los años entre 2015 a 2020 (Pesos por litros por segundo).



Fuente: Elaboración propia, en base a información DGA (2021)

Ilustración 5-16 Valor aguas superficiales en comunas del estudio (\$/l/s)

Los menores valores por litro por segundo transado se obtienen el año 2015. Para transacciones de aguas subterráneas se analizó en base a los DAA categorizados en litros por segundo. La Ilustración 5-17 entrega como se han comportado los predios (\$/l/s) para los años entre 2015 a 2020.



Fuente: Elaboración propia, en base a información DGA (2021)

Ilustración 5-17 Valor aguas subterráneas en comunas del estudio (\$/l/s)

De la Ilustración 5-17 se tiene que no existen transacciones registradas en los años 2016, aunque se permite observar una tendencia a la baja en los valores de litros por segundo de aguas subterráneas en la zona de estudio.

Sin embargo, los análisis que se puedan realizar al observar los gráficos anteriores determinaron que el bajo número de transacciones para el periodo de estudio podría indicar una mercado del agua escasamente dinámico en el territorio.

Cuando se quiere hacer una revisión de las transacciones por cada una de las oficinas de Conservador existente en la zona de estudio, se obtiene lo que refleja la Tabla 5-39.

Tabla 5-39. DAA transados por CBR separados por su naturaleza

CBR	Naturaleza	N° DAA Transados (2015 a 2020)	Total	Total (%)
Ancud	Superficial	2	4	10%
	Subterránea	-		
	No indica	2		
Castro	Superficial	25	37	88%
	Subterránea	12		
	No indica	-		
Quellón	Superficial	1	1	2%
	Subterránea	-		
	No indica	-		

Fuente: Elaboración propia, en base a información DGA (2021)



De acuerdo con la información presentada la dinámica de un eventualmente llamado Mercado del Agua, para la cuenca de estudio, es limitado.

Destaca que es la oficina CBR de Castro se presenta un mayor número de transacciones o inscripciones de compraventa para el periodo estudiado, destacando además que predominan los DAA de aguas superficiales. En el resto de las oficinas las transferencias son menor en importancia total, siendo de DAA superficiales.

De los datos antes expuestos, de su cantidad y calidad disponibles, se puede determinar que estudiar el mercado de agua a escala nacional no resulta del todo simple, aunque para algunos territorios del país se podría visualizar como dinámico y/o efectivo. Esto explicado en que la información de base para estos análisis no siempre es completa y depende de cada oficina CBR y el envío de datos sobre transferencias o modificaciones hacia DGA.

Sobre el dinamismo del mercado como tal, y sin tener antecedentes precisos respecto al uso de cada derecho de aprovechamiento, se puede inducir que en la mayoría de las cuencas del país la oferta es limitada respecto de derechos de aprovechamiento de aguas disponibles para ser transferidos. Se agrega que son tres o cuatro sectores por cuenca los que demandan el total del agua, agregando a esto que cada sector tiene una fuerte concentración de usuarios o empresas (agrícola, minería, hidroeléctrica, sanitaria, industria). De esto es la agricultura la que ha desarrollado un más alto nivel de gestión en los territorios, aunque existe una baja dinámica en el número de transacciones.

Así, al querer establecer que factores inciden en el comportamiento de Mercado de DAA, se podría mencionar el uso del recurso, donde la agricultura destaca por sobre los otros usos, asociado también en que este uso presenta una importante participación de usuarios individuales (personas naturales). Se suma a lo anterior en que la cantidad de volumen transado no es directamente proporcional a si el caudal de derechos es menor o mayor, donde cada CBR funciona de manera independiente y por tanto cada realidad territorial así también lo hace.

Se agrega que el mercado se hace más dinámico en territorios con mayor infraestructura de riego, donde la cuenca en estudio sin ser de preferencia un territorio donde destaque la agricultura y sin grandes obras de riego, se visualiza como un territorio de escaso o nulo mercado del agua.

A escala general del país otro elemento que podría incidir es la definición de zona de restricción y prohibición de derechos de aprovechamiento, donde se determina que existen mayor cantidad de derechos de aprovechamiento que se transan en el mercado, derivado esto de la imposibilidad de la adquisición de nuevos derechos o en su defecto de DAA que al otorgarse lo harán de manera provisional.

También, y de acuerdo con la información revisada, se plantea que el sistema registral nacional tiene amplias posibilidades de mejora, las cuales podrían estar condicionadas a

cambios de forma en los protocolos actuales y/o directamente a realizar ajustes el cómo se realiza el flujo de información y antecedentes entre los diferentes actores.

6 ACCIONES

A continuación, se presentan las iniciativas público-privadas identificadas en la cuenca, con el propósito de conectarlas a la propuesta realizada en el contexto del presente Plan Estratégico.

6.1 Seguridad Hídrica para las Personas

Se identificaron distintas iniciativas para proveer de agua para las personas, distintas a los Planes de Desarrollo elaborados por la empresa sanitaria a cargo de la concesión: ESSAL. Por ejemplo, la Fundación Amulén se ha enfocado en la instalación de sistemas de captación de aguas lluvia a nivel domiciliario; la Red Participativa de Agua Potable de Catrumán, en la que los mismos actores se organizan para proveerse de agua para consumo humano, pero en menor escala que un Servicio Sanitario Rural; y la instalación de plantas desaladoras compactas en islas como Cheñiao, impulsada por la Universidad de Concepción.

6.1.1 Planes de Desarrollo de Empresa Sanitaria

La Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos S.A., ESSAL, ha elaborado planes para el desarrollo del territorio operacional urbano de las localidades de Ancud, Dalcahue, Achao, Castro, Chonchi y Quellón. La Tabla 6-1 presenta la población actual y proyectada para provisión de agua potable y alcantarillado.

Tabla 6-1 Población actual y proyectada en los Planes de Desarrollo

Ciudad	Población año 1	Población año 5
Ancud	27.349	30.038
Dalcahue	4.347	4.365
Achao	3.186	3.196
Castro	35.185	36.322
Chonchi	3.652	3.717
Quellón	22.273	24.454
Total	95.992	102.092

Fuente: ESSAL

En complemento, se presentan las nuevas fuentes de agua que tienen proyectadas para dar cuenta de la demanda creciente de agua producto del crecimiento poblacional de cada localidad (Tabla 6-2).

Tabla 6-2 Fuentes futuras de agua

Ciudad	Tipo	Nombre	Caudal	Año
Ancud	Superficial	Estero sin Nombre	10 l/s	2026
Dalcahue	No se incorporan			
Achao	No se incorporan			
Castro	Subterránea	Sondaje N° 2085	16,5 l/s	2019
Castro	Subterránea	Sondaje N° 2110	40,0 l/s	2023
Castro	Subterránea	Sondaje Nuevo	20,0 l/s	2020
Chonchi	Subterránea	Sondaje	10,0 l/s	2017
Quellón	Subterránea	Aumento Capacidad Sondaje N° 2062	20,0 l/s	2019
Quellón	Subterránea	Nuevo Sondaje	8,0 l/s	2028
Total			124,5 l/s	

Fuente: ESSAL

6.1.2 Red Participativa de Agua Potable para el sector Catrumán

El Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) trabaja en un plan piloto que busca solucionar la escasez hídrica en la localidad de Catrumán, mediante una red participativa de agua potable. El proyecto contempla la construcción de una red de agua potable, que incluirá una estación de monitoreo hidrológico y que consiste en el manejo integrado de la microcuenca que da origen al estero que abastece de agua a la red junto a la implementación de tecnologías para su depuración de aguas, a través de un humedal artificial para tratar aguas servidas. También, el proyecto contempla la elaboración de planes de ordenación de predios al interior de la microcuenca que los abastece de agua, destinados a la actividad forestal, agrícola y ganadera que desarrollan los vecinos del sector. Esto permitirá fomentar la conservación de bosques y la aplicación de prácticas agroecológicas en la ganadería y agricultura, con el fin de asegurar agua de calidad y en cantidad suficiente para los habitantes. Además, con el objetivo de fomentar el trabajo colaborativo, la red incluye talleres de capacitación para los vecinos sobre la buena gestión del agua y el manejo adecuado de los ecosistemas, como una forma de empoderar a los habitantes de Catrumán para el uso sustentable del territorio⁴⁰.

⁴⁰ Revisado en <https://redaguaChiloé.wordpress.com/2018/02/26/primer-entrada-del-blog/>



6.1.3 Agua lluvia en Quemchi (Fundación Amulén – Softys)

A través de este proyecto se benefició a 16 familias de la Isla Caucahué de los sectores Punta Pescuezo y Punta Teliupta. Previo al proyecto las familias autogestionaban su abastecimiento de agua principalmente a través de agua de lluvia, pozos y vertientes; pero sin ningún tipo de tratamiento.

La isla Caucahué pertenece a la comuna de Quemchi y para llegar a los sectores de Punta Pescuezo y Punta Teliupta se debe tomar una barcaza o lancha que tarda alrededor de 1 hora desde Quemchi. En el sector, los caminos no llegan a todas las casas, por lo que algunos habitantes deben trasladarse a pie o en bote. Dadas las condiciones geográficas es que el camión aljibe municipal debe cruzar en barcaza a la isla y luego solo es capaz de entregar agua en aquellas casas que tienen camino.

En el sector la pluviometría alcanza los 2.000 mm al año, lo que fue propicio para el diseño de una solución basada en la naturaleza: la lluvia. La tecnología mexicana “Isla Urbana” capta, almacena y potabiliza agua de lluvia, permitiendo disponibilizar a cada familia hasta 120.000 L al año en promedio ⁴¹.

6.1.4 Planta Desalinizadora en Isla Cheñiao

La iniciativa, promovida por la Universidad de Concepción, consiste en la instalación de una planta desalinizadora compacta (instalada dentro de un contenedor marítimo), que se concretó gracias a la asignación de \$100 millones del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) 2019. Esta planta podrá procesar 1.000 litros por hora y tendrá una asistencia con la comunidad por parte de la casa de estudios para proceso ⁴².

6.2 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas

Si bien existen distintas organizaciones (como Senda Darwin, y las mismas iniciativas de protección privada como Tantauco), se destaca el proyecto de Paisaje de conservación Chiloé, desarrollado por el Ministerio de Medio Ambiente con financiamiento GEF.

6.2.1 Paisaje de Conservación Chiloé

Un Paisaje de Conservación es un territorio que posee un patrimonio natural y valores culturales y paisajísticos asociados de especial interés regional o nacional para su

⁴¹ Revisado en <https://www.fundacionamulen.cl/proyectos/#ejecutados>

⁴² Revisado en https://www.litoralpress.cl/sitio/Prensa_Texto?LPKey=widNNMv7tsIrRMXeqTECyAMPzRhSHZcbsOGfofVfepk%C3%96



conservación. Delimitado geográficamente incorporando propiedad pública y / o privada, y gestionado a través de un acuerdo de adhesión voluntaria entre los actores locales, en el cual se cumplieron objetivos explícitos para implementar una estrategia consensuada y efectiva de conservación y desarrollo, por medio de actividades que se fundamentan en la protección y puesta en valor del patrimonio, en la vulnerabilidad de este y en el mejoramiento de la calidad de vida de la población. (MMA – Proyecto GEF SIRAP, Diciembre 2013).

El Programa Paisaje de Conservación Chiloé es una iniciativa impulsada por el Ministerio del Medio Ambiente, por medio del cofinanciamiento destinado al apoyo a actividades productivas con una alta sintonía con el cuidado del entorno natural, propendiendo al desarrollo sustentable en la zona noroeste del archipiélago. El Programa abarca más de 160 mil hectáreas, incluyendo a las comunas de Dalcahue y Ancud, además del Santuario de la Naturaleza Humedales del Río Chepu⁴³.

Posee distintos nodos: Quilo, Puñihuil, Chepu, Coipomó, Dalcahue y Piuchén.

6.3 Seguridad Hídrica para el Desarrollo Productivo

El desarrollo productivo del archipiélago se ha basado tradicionalmente en una agricultura de secano, provista por la continuidad estacional de las precipitaciones, sumado a actividades ganaderas y de pesca. Se suman posteriormente la producción industrial de salmones, y actividades extractivas como los pomponales y turberas.

6.3.1 Ley de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y drenaje (Ley 18.450)

La acción de la Comisión Nacional de Riego en la Isla de Chiloé es reciente, básicamente enfocada a la búsqueda de soluciones para la pequeña agricultura en cuanto a acumulación e implementación de riego a pequeña escala. Específicamente, esto se traduce en la instalación de sistemas de acumulación de aguas lluvias e instalación de sistema de riego por goteo. La Tabla 6-3 muestra los subsidios otorgados por CNR en este ámbito, periodo 2010/21, donde se aprecia que solo en los últimos 3 años se ha intensificado la acción de la institución en la Isla, donde se ha beneficiado en promedio a 27 agricultores, por un monto de 9.456 UF, promediando un apoyo de 355 UF por agricultor.

⁴³ <https://paisajeChiloé.mma.gob.cl/>

Tabla 6-3 Subsidios de riego otorgados en la cuenca por CNR periodo 2010/21

Año	Pequeña Agricultura			Otros segmentos		
	N	Superficie tecnificada (ha)	Monto subsidiado (UF)	N	Superficie tecnificada (ha)	Monto subsidiado (UF)
2011	1	25	1.509,9			
2017	15	0,15	4.926,8			
2019	19	0,15	6.701,4			
2020	18	0,24	6.253,7	1	0,01	308,8
2021	43	0,47	15.412,4	1	0,01	317,1
Promedio últimos 3 años	27	0,29	9.455,8	1	0,01	312,9

Fuente: Base de datos histórica CNR de resultados de subsidios al riego.

6.3.2 Proyectos de riego individuales y asociativos

A continuación, se presentan las iniciativas de intervención de INDAP en el área de estudio en relación con el programa de riego de la institución⁴⁴. Específicamente, se presentan el programa de riego está compuesto por Riego Individual (PRI); Riego Asociativo (PRA); Estudios de Riego y Drenaje; Obras Menores de Riego (PROM) y el Bono Legal de Aguas (BLA). En la Tabla 6-4 se presenta un estimado del apoyo de INDAP para los diferentes componentes del programa de riego en la cuenca, donde se aprecia que el instrumento con mayor financiamiento son los PRI, seguidos de PRA y PROM.

⁴⁴ La estimación de la intervención de INDAP se realizó a partir de estadísticas regionales disponibles y como proporción del área de estudio respecto al área regional.

Tabla 6-4 Resultados de los componentes del programa de riego INDAP en la cuenca (Millones de \$)

Año	BLA		PRA		PRI		PROM		Total	
	Beneficiarios (n)	Monto invertido (\$)	Benef (n)	Monto invertido (\$)	Benef (n)	Monto invertido (\$)	Benef (n)	Monto invertido (\$)	Benef (n)	Monto invertido (\$)
2010			12	23,7	32	64,5			44	88
2011	6	1,8	15	34,3	23	90,5			43	127
2012	1	0,9	6	19,7	22	99,1			29	120
2013	1	0,9	8	19,6	20	93,9			29	114
2014			10	29,9	18	84,7			27	115
2015			9	44,2	9	55,9			17	100
2016			13	61,5	10	66,9			23	128
2017			2	33,6	12	81,6	46	44,8	59	160
2018			2	86,9	17	110,6			19	198
2019	3	2,8	1	67,7	30	119,8			34	190
2020	6	5,1	2	45,7	22	117,8			29	169
2021	8	5,5	1	1,9	11	80,8			20	101
Promedio últimos 5 años	6	4,5	1	49,8	18	102,1	46	44,8	32	164

BLA = Bono Legal de Aguas; PARA = Programa de Riego Asociativo; PRI = Programa de Riego Individual; PROM = Programa de Obras Menores de Riego

Fuente: Base de datos histórica INDAP de resultados de subsidios al riego.

6.3.3 Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial, SIPAM

La Marca de Certificación SIPAM Chiloé inserta en el contexto de la denominación SIPAM que FAO otorgó oficialmente a la Provincia de Chiloé y en el Proyecto Conservación y Gestión Adaptativa de los Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial – SIPAM, busca la protección y valoración de los productos y servicios con identidad cultural de origen campesino en el Archipiélago, y para lo cual se diseñó un sistema de certificación que tiene por objetivo contar con una marca que distinga los productos y servicios, dentro de estándares sometidos a control y que son valorados por los mercados consumidores⁴⁵.

Así, el 22 de Mayo del año 2013 se solicita al Instituto Nacional de Propiedad Industrial -INAPI-, la inscripción de la Marca de Certificación SIPAM Chiloé, para poder distinguir productos y servicios de Chiloé que en su proceso productivo y en su comercialización cumplan con los criterios SIPAM; “como un mecanismo de agregación de valor y diferenciación de productos y servicios provenientes de sistemas campesinos SIPAM”. El 10 de octubre del año 2013 el INAPI concedió el registro de marca SIPAM Chiloé a la Gobernación Provincial de Chiloé, constituyéndose en el titular de la Marca; certificando los productos y servicios con identidad cultural de base campesina, utilizando las definiciones establecidas en el Reglamento de Uso de la marca.

Hoy en día la titularidad de la marca SIPAM Chiloé se encuentra en la Delegación Presidencial Provincial de Chiloé. La Marca de Certificación SIPAM Chiloé puede ser autorizada en los siguientes bienes y servicios con identidad cultural de base campesina:

- **Productos silvoagropecuarios:** Generados en sistemas campesinos de producción bajo manejo agroecológico.
- **Productos artesanales:** Generados en sistemas campesinos de producción bajo manejo agroecológico.
- **Servicios turísticos rurales otorgados por comunidades campesinas:** Que a través de ellos difundan las condiciones y valores de Chiloé como Sitio del Patrimonio Agrícola Mundial.
- **Empresas de servicios hoteleros y tour operadores:** Que establezcan alianzas con comunidades campesinas a través de la comercialización a precios justos de sus productos y a la articulación de sus modelos de negocio, con iniciativas productivas y turístico-culturales ofrecidas por las comunidades campesinas de Chiloé, bajo un esquema de responsabilidad empresarial territorial.

⁴⁵ Revisado en <https://sipamChiloé.minagri.gob.cl/que-es-marca-de-certificacion-sipam-Chiloé/>

6.4 Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos

Este punto se refiere a la ocurrencia de situaciones excepcionales que pudieran afectar el funcionamiento de las personas y sus actividades productivas. En este caso, se analizan los financiamientos especiales aplicados en caso de escasez hídrica.

6.4.1 Financiamiento especial en caso de escasez hídrica

La Isla de Chiloé cuenta con pocos registros oficiales de declaraciones de emergencia agrícola por sequía (MINAGRI) o escasez hídrica (DGA), para el periodo 2010/21 (ver numeral 5.2.4). En este contexto, en términos de financiamiento por emergencias por sequía, solo se tiene información de apoyo de INDAP, específicamente para el año 2021. De la serie de programas que la institución activa en caso de emergencias (programa de obras menores de riego, programa de riego individual y/o asociativo, bonos en efectivo, apoyo monetario para la compra de insumos agrícolas, alimentación animal, etc.), de acuerdo con la Tabla 6-5 en la región solo se observa la entrega de dinero en efectivo, por un monto de \$200.000 pesos por agricultor.

Tabla 6-5 Financiamiento por emergencia agrícola por sequía

Área INDAP	Financiamiento de Emergencias	
	Beneficiarios	Monto (pesos)
Ancud	140	28.000.000
Castro	150	30.000.000
Chonchi	125	25.000.000
Quellón	115	23.000.000
Quemchi	97	19.400.000
Quinchao	115	23.000.000
Total	742	148.400.000

Fuente: Base de datos de financiamiento de emergencias agrícolas por sequía INDAP.

6.5 Otras acciones de planificación

Se refiere al desarrollo de instrumentos de gestión intersectorial elaborados en el archipiélago o en la región. En este caso, se identificó la Estrategia de Recursos Hídricos de la provincia de Chiloé.



6.5.1 Estrategia de Recursos Hídricos, Provincia de Chiloé. El Chiloé que queremos

La “Estrategia de Recursos Hídricos, Provincia de Chiloé. El Chiloé que queremos” fue elaborada en el año 2014, y publicada en el año 2015. Respondió a un proceso participativo que es reconocido por los actores del archipiélago, impulsado desde la Gobernación provincial de Chiloé.

6.5.1.1 Identificación del problema principal, causas y consecuencias

La Estrategia elaborada define que “En Chiloé el principal problema no es aún la carencia permanente de agua ... sino la existencia de escasez estacional en la época estival, donde el déficit hídrico forma parte de un problema ambiental mucho más amplio y donde se requiere una política de seguridad hídrica, que aborde en forma integral las principales causas de este fenómeno”.

Dentro de las causas que convergen en este problema están las condiciones geológicas del territorio, a la población concentrada en zonas costeras, pero también dispersa en el territorio, y al agotamiento temporal de las fuentes de captación de agua. A esto se suma el riesgo sobre la sustentabilidad del recurso hídrico debido a prácticas inadecuadas de manejo del suelo, en un contexto de desconocimiento del comportamiento y disponibilidad del recurso y deficiencias en la institucionalidad y la normativa.

En complemento, las consecuencias del problema son la alteración del ciclo hídrico, la susceptibilidad de los acuíferos, y finalmente a la población sin abastecimiento temporal de agua; mientras que se toman decisiones en un contexto de alta incertidumbre y sin herramientas técnicas, lo que resulta en ineficiencias en la asignación y uso del recurso.

6.5.1.2 Objetivos Estratégicos

Los objetivos estratégicos definidos por la política son 4:

- Garantizar en todo tiempo, los requerimientos de agua de la población y sus actividades
- Generar y aplicar el conocimiento necesario para regular el comportamiento del sistema hídrico
- Asegurar la sustentabilidad del sistema hídrico
- Proponer modificaciones de normas e institucionalidad que regula y afecta la disponibilidad del recurso hídrico

A continuación se presentan los objetivos específicos y las líneas de acción propuestas para cada objetivo estratégico.

6.5.1.2.1 Garantizar en todo tiempo, los requerimientos de agua de la población y sus actividades

Los objetivos específicos y las líneas de acción de este objetivo estratégico son las siguientes.

- a) **Aumentar la disponibilidad y las fuentes de abastecimiento de agua, creando infraestructura en zonas con mayor disponibilidad del recurso hídrico, para orientar la ocupación del territorio**, mediante la priorización de la inversión en APR (aumento de financiamiento y reducción de tiempos)
- b) **Ampliar programas y oferta pública para inversión en sistemas de abastecimiento hídrico, desarrollando líneas de financiamiento para grupos de viviendas y soluciones prediales**. Para esto se requiere que cada sector que utiliza el recurso hídrico debiera abrir estas líneas (consumo humano y productivo); priorizar inversión en APR (aumento de financiamiento y reducción de tiempos); y establecer y financiar mecanismos de almacenamiento de agua predial (pequeñas represas, cosecha de aguas lluvias y de escorrentía, estanques, lagunas, etc.). Para esto se propone desarrollar una política de riego (difundir técnicas de riego, ampliar líneas de financiamiento)
- c) **Considerar impactos de iniciativas de fomento e inversión sobre ciclo hidrológico**, al ampliar al tema hídrico la evaluación de las intervenciones en el territorio (adecuación de programas, establecimiento de criterios)
- d) **Establecer plan de contingencia para situaciones de déficit hídrico**, mediante un Diagnóstico de la oferta y demanda de agua para el consumo en sectores rurales (catastros de familias y plan provincial para período de escasez)

6.5.1.2.2 Generar y aplicar el conocimiento necesario para regular el comportamiento del sistema hídrico

Los objetivos específicos y las líneas de acción de este objetivo estratégico son las siguientes.

- a) **Conocer las características y comportamiento del sistema hidrológico y la disponibilidad hídrica (superficial y subterránea)**, para lo cual se requiere desarrollar una red de monitoreo de componentes del ciclo hidrológico, estaciones hidroclimatológicas, redes piezométricas, pozos instrumentados, etc.,

en cuencas prioritarias y fuentes principales de abastecimiento de la población; elaborar balances y estudios de disponibilidad hídrica superficial y subterránea; e identificar acciones de investigación para la generación de estudios integrados de zonas críticas y vulnerables.

- b) **Implementar medidas para uso eficiente y cuidado del recurso hídrico**, que parten por la formación a la institucionalidad pública en aspectos relacionados con recursos hídricos desde un enfoque multidisciplinario; implementar programas de educación ambiental para propietarios y población en general; sistematizar, estandarizar y consolidar la información necesaria para realizar intervenciones mediante un programa específico; y mejorar las prácticas de uso del suelo mediante la introducción de buenas prácticas para la explotación de pomponales, plan de recuperación del bosque nativo y normas de exclusión de intervenciones sobre el sistema de ñadis.

6.5.1.2.3 Asegurar la sustentabilidad del sistema hídrico

Los objetivos específicos y las líneas de acción de este objetivo estratégico son las siguientes.

- a) **Mejorar las prácticas de uso del suelo**, al incluir la disponibilidad del recurso agua en los planes de intervención de recursos naturales; establecer programas de fomento al cuidado y recuperación de vegetación nativa y protección de zonas frágiles.
- b) **Normar la intervención de zonas prioritarias para la producción hídrica**, mediante una revisión y adecuación de la oferta pública que interviene y deteriora el sistema hídrico, como pueden ser los programas de drenaje, afectando a zonas prioritarias para el régimen hídrico.
- c) **Promover el uso eficiente del recurso hídrico**, mediante la incorporación de nociones de manejo hídrico y cuidado de acuíferos en los programas de asistencia silvoagropecuaria.
- d) **Desarrollar un plan de educación ambiental** que releve la importancia del recurso hídrico, que permita implementar un programa de educación ambiental para niños, profesores, colegios y público en general.

6.5.1.2.4 Proponer modificaciones de normas e institucionalidad que regula y afecta la disponibilidad del recurso hídrico

Los objetivos específicos y las líneas de acción de este objetivo estratégico son las siguientes.

- a) **Proponer nuevas normas y mecanismos para regular la disponibilidad del recurso hídrico y de servicios ambientales**, dentro de las que se considera normar la explotación de turberas y pomponales, y desarrollar incentivos para la presentación de recursos hídricos y servicios ecosistémicos.
- b) **Desarrollar una institucionalidad provincial que aborde en forma estratégica e integral el tema hídrico**, para lo cual se requiere crear instancias /Público / privadas para manejo del recurso hídricos, y crear una institucionalidad provincial que articule decisiones y acciones, mediante la entrega de facultades de Gobernaciones para crear programas relacionados al tema.
- c) **Implementar la planificación territorial y propender al manejo integrado de cuencas**, mediante la reglamentación de la intervención de las cuencas principales y estratégicas (uso, vedas, declaratoria de reservas, etc.), y el establecimiento de sistemas de planificación territorial y normativos.

6.5.1.3 Gobernanza

En conjunto con la estructura administrativa vigente, donde la Intendencia articula la acción en la región, con el apoyo del Delegado Presidencial de Recursos Hídricos, la Gobernación de Chiloé propone la creación de una Mesa Civil del Agua y un Observatorio de Cuencas, que se agregan al Comité técnico Asesor existente:

- a. La **Mesa Civil del Agua** recoge la participación de la sociedad vinculada al tema hídrico y a la vez sirve de instancia de control ciudadano, respecto al cumplimiento de los compromisos y acciones establecidas.
- b. Un **Observatorio de Cuencas**, instancia técnica que genera, procesa y difunde información, propone medidas técnicas y asesora a las instituciones públicas que actúan en el territorio. Cualquiera sea la estructura pública que se adopte a nivel nacional, dadas las particularidades del territorio de Chiloé (un archipiélago), se hace necesario abordarlo como un sistema separado del continente. En una primera instancia, mientras se crea la nueva institucionalidad, este Observatorio de Cuencas estaría bajo el alero de

la Gobernación, pero posteriormente podría depender del Ministerio de Medio Ambiente o alguna de las instituciones del Ministerio de Agricultura o MOP y debiera contar con una activa participación del Gobierno Regional.

Los municipios de Chiloé participan como los entes que ayudan a definir prioridades y gestionan, implementan y coordinan las medidas y acciones definidas en su territorio.

Con esta estructura organizacional se puede abordar de forma eficiente el gran desafío que significa una gestión integrada de los recursos hídricos y la superación de los déficits actuales, así como también avanzar en la implementación de la estrategia provincial de recursos hídricos.

7 INICIATIVAS PROPUESTAS

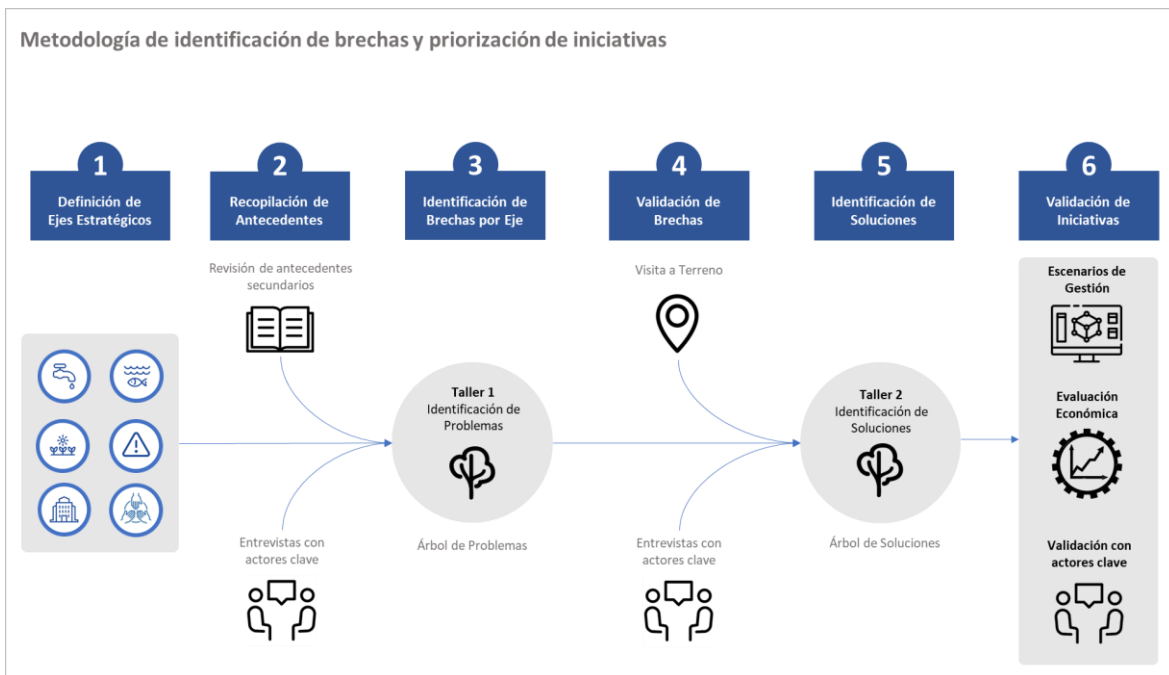
El proceso de formulación del Plan Estratégico consiste en la descripción de las estrategias de evaluación de las soluciones para la definición de iniciativas requeridas para la Seguridad Hídrica, Gestión Institucional y Gobernanza.

La priorización de alternativas se realizó de la siguiente forma:

- **Ejes de Seguridad Hídrica (personas, ecosistemas, desarrollo productivo y eventos extremos):** En particular, las iniciativas de provisión de agua para consumo humano resultaron de un análisis económico y análisis mediante escenarios de gestión. El resto de las iniciativas se priorizaron a partir de un análisis cualitativo, que resultó de la metodología de árbol de problemas y árbol de soluciones. De esta forma, las alternativas resultaron de un proceso comprensivo y de consenso realizado en las actividades de Participación Ciudadana.
- **Ejes de Gestión Institucional y Gobernanza:** se priorizaron las alternativas a partir de un análisis cualitativo, que resultó de la metodología de árbol de problemas y árbol de soluciones. De esta forma, las alternativas resultaron de un proceso comprensivo y de consenso realizado con la Dirección General de Aguas regional.

En la Ilustración 7-1 se presenta la metodología de identificación de brechas y priorización de iniciativas. Un aspecto relevante del enfoque de trabajo adoptado es que se definieron ejes estratégicos, dentro de los cuales se identificaron los problemas relevantes, sus causas y consecuencias (metodología de árbol de problemas), los cuales fueron convertidos en brechas. Posteriormente se evaluaron las soluciones posibles para

estas brechas, y dependiendo de las características de cada brecha (si es cuantitativa, cualitativa, de infraestructura, de gestión, etc.), se evaluaron las mejores alternativas ya sea mediante modelación, mediante análisis económico, o bien mediante consulta a actores locales y actores clave.



Fuente: Elaboración propia a partir de talleres PAC

Ilustración 7-1 Metodología de identificación de brechas y priorización de iniciativas

A continuación, se presenta la síntesis de alternativas priorizadas por eje estratégico. En cada una de ellas se describe el proceso de análisis (árbol de soluciones), las acciones de validación realizadas con los actores de la cuenca y el análisis económico que justifica su valorización.

7.1 Síntesis de alternativas priorizadas

A continuación, se presenta la síntesis de alternativas priorizadas por eje estratégico, a partir de las brechas identificadas previamente en el numeral 5.2 del presente informe. En cada una de ellas se describe el proceso de análisis y las acciones de validación realizadas con los actores de la cuenca.

En complemento, para el resto de los Ejes de trabajo, las iniciativas propuestas fueron costeadas ya sea a partir de evaluación de precios unitarios según valores de referencia, o bien a partir de presupuestos de estudios, programas o proyectos similares realizados dentro de la cuenca, en la región o sectores con características similares. En cada iniciativa se presenta el detalle de los valores de referencia empleados.

El Anexo J.1 Contiene el listado valorizado de la totalidad de las iniciativas del Plan Estratégico.

El Anexo J.2 presenta las fichas de las iniciativas descritas a continuación.

El Anexo J.3 presenta la memoria de cálculo de los costos de las iniciativas priorizadas a partir del árbol de problemas.

En el desarrollo de las iniciativas, se usa como sinónimo acciones o medidas. Etapas o Tareas se utiliza generalmente como una parte de la iniciativa a desarrollar.

Los plazos de desarrollo son Corto plazo (de 1 a 5 años); Mediano Plazo (de 6 a 10 años); y Largo Plazo (de 11 a 30 años).

Se distingue además entre el organismo formulador de la medida, y el financiero, así como el tipo de financiamiento: público de carácter sectorial o regional, privado, o público privado. Más definiciones se entregan en el Anexo J2.

7.1.1 Seguridad Hídrica para las Personas

La seguridad hídrica para las personas consiste en la provisión de agua para consumo humano y saneamiento, en cantidad, calidad y en la oportunidad requerida para un desarrollo adecuado a nivel individual y colectivo, ya sea en condiciones urbanas o rurales. En complemento, y siguiendo los Objetivos de Desarrollo Sostenible, se agrega el acceso al saneamiento (Tabla 7-1).

Tabla 7-1 Iniciativas de Seguridad Hídrica para las personas

Iniciativa	Brecha
PER 1 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Urbana	
PER 1.1 – Planes de Desarrollo Urbano	BPER 1 Déficit de abastecimiento de agua en zonas urbanas
PER 1.2 – Estudio de obras de acumulación de agua para consumo humano	BPER 1 Déficit de abastecimiento de agua en zonas urbanas
PER 2 - Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	
PER 2.1 - Capacitación y Acreditación de dirigentes, administradores y operadores	BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales
PER 2.2 - Profesionalización de los SSR	BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales
PER 2.3 – Acreditación de SSR que no son de dependencia DOH	BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales
PER 2.4 - Apoyo para la elaboración del Planes de Inversión y de Mantenimiento Preventiva	BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales
PER 2.5 - Sistema de información para los Servicios Sanitarios Rurales	BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales
PER 2.6 - Instalación de Telemetría en los Servicios Sanitarios Rurales	BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales
PER 2.7 – Aumento en la cobertura de agua potable en sectores rurales por arranques pendientes	BPER 2 Déficit de abastecimiento de agua en zonas rurales
	BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales
PER 2.8 - Aumento en la cobertura de saneamiento rural	BPER 4 Déficit de saneamiento en sectores urbanos y rurales
	BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales
PER 3 - Seguridad Hídrica para Viviendas Desconectadas	
PER 3.1 – Mejoras en el abastecimiento de sectores dispersos	BPER 3 Población en riesgo de abastecimiento de agua potable

Fuente: Elaboración propia



El detalle de las Líneas de Acción e Iniciativas asociadas se presenta a continuación.

7.1.1.1 PER 1 – Seguridad hídrica para la Red Pública Urbana

Esta línea de acción comprende las medidas destinadas a proveer seguridad de abastecimiento futuro en las localidades urbanas que se encuentran dentro del territorio operacional de la empresa sanitaria ESSAL: Ancud, Dalcahue, Achao, Castro, Chonchi y Quellón.

7.1.1.1.1 PER 1.1 – Planes de Desarrollo Urbano

Esta iniciativa responde a la brecha BPER 1 Déficit de abastecimiento de agua en zonas urbanas.

La brecha se justifica en el aumento proyectado de la demanda de agua en sectores urbanos, que alcanzaría a 12,47 hm³ al año, para el año 2060, con un aumento de 4,12 hm³ respecto del valor actual.

Objetivo y Origen

El objetivo es incorporar el crecimiento urbano y la demanda de agua asociada dentro de la planificación estratégica, sin perjuicio de que la proyección final corresponde a los planes de desarrollo elaborados por la empresa sanitaria a cargo de este territorio operacional.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

La medida refleja la necesidad de mantener los Planes de Desarrollo Urbano que elabora quinquenalmente la empresa concesionaria del territorio operacional que comprende el archipiélago de Chiloé (ESSAL), y que son aprobados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

Dentro de los planes de desarrollo se debe especificar el aumento en la cobertura de agua potable, el aumento en la cobertura de alcantarillado, las nuevas fuentes de agua y la infraestructura requerida, ya sea para captación, tratamiento, conducción recolección o saneamiento.

El aumento proyectado de la población es de 102.934 personas en 2021, a 154.943 en el año 2052. El aumento de demanda es de 4,12 hm³. Para estimar el número de arranques, se estimó que las 52.009 personas que representan el incremento poblacional al año 2052, equivalen a 21.775 arranques, considerando una densidad promedio de 2,39 personas por vivienda, según se tiene del Censo de vivienda y Población del año 2017 (Tabla 7-3).

Las etapas para la implementación de la medida son 3:

1. Elaboración de planes de desarrollo
2. Aprobación de los planes de desarrollo por parte de la SISS
3. Implementación de los planes de desarrollo

Costo

El costo se incorpora a nivel referencial, y se acota al número de arranques nuevos a sumar a cada red de distribución. No se incorpora dentro de esta partida los costos asociados a la elaboración de los Planes de Desarrollo, así como tampoco la infraestructura de captación o potabilización que sea necesario adicionar a la red.

Se realizó una estimación del costo por ampliación de 1 arranque en la red, bajo el supuesto que se trata de a lo menos 8 arranques por km lineal de distribución (Anexo J3). En consecuencia, se dimensionó la red de distribución, cantidad de válvulas y arranques para esta cantidad de viviendas. Al costo material del arranque individual, se incorporó otros costos de obras complementarias, como pueden ser plantas elevadoras de agua potable, extensiones de ductos entre sectores, obras especiales, atravesos, etc., así como los costos de ingeniería y permisos, e imprevistos. En la Tabla 7-2 se detalla el costo total por arranque, mientras que la Tabla 7-3 entrega la identificación de arranques pendientes por SSR.

Tabla 7-2. Costo total por arranque

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Costo total (\$)
Arranque	Arranque	1	5.204.587	5.204.587
Obras complementarias (PEAP, Extensiones de ductos, atravesos, otros)	%	20%	5.204.587	1.040.917
Imprevistos	%	20%	5.204.587	1.040.917
Ingeniería y permisos	%	20%	5.204.587	1.040.917
Total por Arranque				8.327.338

Fuente: Elaboración propia sobre datos ESSBIO

Tabla 7-3 Identificación de Arranques pendientes por sector

Nombre	N° de Personas	N° de personas por vivienda	N° de arranques pendientes	Costo unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Ancud	20.567	2,30	8.942	8,3	74.221
Dalcahue	98	2,43	40	8,3	335
Achao	39	2,26	17	8,3	143
Castro	14.836	2,43	6.106	8,3	50.676
Chonchi	47	2,22	21	8,3	176
Quellón	16.421	2,47	6.648	8,3	55.181
Total	52.009		21.775		180.732

En consecuencia, se estima que el costo total de la medida es de \$180.732 millones de pesos.

Ubicación

Localidades de Ancud, Dalcahue, Achao, Castro, Chonchi y Quellón.

Plazos de implementación

Se espera que los planes de desarrollo y las obras de ampliación se desarrollen en forma permanente en el tiempo

Organismos Responsables y relacionados

La elaboración de los Planes de Desarrollo así como su materialización es responsabilidad de la empresa sanitaria responsable del territorio operacional, bajo la aprobación de la SISS.

Beneficiarios

Los beneficiarios directos corresponden a los habitantes de las localidades de Ancud, Dalcahue, Achao, Castro, Chonchi y Quellón.

Seguimiento y control

El seguimiento corresponde a la supervisión de la implementación de los planes de desarrollo.



7.1.1.1.2 PER 1.2 – Estudio de obras de acumulación de agua para consumo humano

Esta iniciativa responde a la brecha BPER 1 Déficit de abastecimiento de agua en zonas urbanas y a BPER 2 Déficit de abastecimiento de agua en zonas rurales.

La brecha consiste en la disminución sostenida de la fuente primaria, constituida por las aguas superficiales y subterráneas de la Isla de Chiloé, lo que sumado al aumento de la demanda de agua en el tiempo, no permite asegurar la demanda futura de agua para consumo humano en las localidades comprendidas en el abastecimiento urbano de Ancud, Castro y Quellón, la primera con brechas ya observadas en la actualidad, y las dos segundas bajo el escenario de aumento acelerado de la población.

Objetivo y Origen

El objetivo es estudiar la construcción y/o ampliación de tranques de acumulación de agua para asegurar el abastecimiento de agua en las localidades de Ancud, Castro y Quellón.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

La medida consiste en la realización de los estudios de ingeniería a nivel de perfil para evaluar la viabilidad técnica, económica, ambiental y social de la construcción de dos tranques de acumulación de agua, de a lo menos 100.000 m³ cada uno, asociados a las fuentes naturales que abastecen a las localidades de Ancud, Castro y Quellón, con tal de mantener la oferta de agua para consumo humano.

Se evaluó el déficit potencial de agua para consumo humano en el escenario de gestión N°2: Aumento Poblacional, donde se identificaron las localidades potencialmente expuestas, y la magnitud de la brecha hídrica (m³/año).

En complemento, en el escenario de gestión N°3 se evaluó las siguientes intervenciones

1. Ancud
 1. Ampliación de Tranque Pudeto desde 400.000 a 1.400.000 m³.
 2. Aumento de conducción desde Estero Mechaico en 220 l/s (en la actualidad)
 3. Aumento de conducción desde Tranque Puedo en 135 l/s (desde 2025)
2. Castro
 1. Tranque Castro, en estero Gamboa, de 100.000 m³
 2. Aumento de conducción desde el estero Gamboa, en 100 l/s
3. Quellón
 1. Tranque Quellón, en estero Quellón, de 100.000 m³
 2. Aumento de conducción desde fuentes superficiales en 120 l/s

En todos los casos, la solución propuesta es viable en términos teóricos, por lo que se propone avanzar en estudios de ingeniería nivel de prefactibilidad para determinar la ubicación y el volumen óptimo en función de las demandas proyectadas.

El Estudio de ingeniería a nivel de perfil de estas fuentes tiene las siguientes etapas:

1. Estudios de ingeniería y topografía (referencial)
2. Estudio hidrológico
3. Estudio ambiental
4. Estudio normativo
5. Estudio de costos

Costo

Se estimó el costo de un estudio de ingeniería a nivel de perfil para la construcción de los tres embalses, el que es de \$165 millones de pesos (Tabla 7-4).

Tabla 7-4. Partidas para el estudio de nuevas fuentes de agua

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (millones de \$)	Costo Total (millones de \$)
Estudios de ingeniería y topografía (referencial)	Hp	2.000	0,05	100
Estudio hidrológico	Hp	600	0,05	30
Estudio ambiental	Hp	300	0,05	15
Estudio normativo	Hp	300	0,05	15
Estudio de costos	Hp	300	0,05	15
Total				165

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

Ancud, Castro y Quellón.

Plazos de implementación

Se espera que el estudio se desarrolle en el corto plazo (entre 1 y 5 años).

Organismos Responsables y relacionados

El estudio es responsabilidad de la empresa de servicios sanitarios a cargo de los territorios operacionales de cada zona.

Beneficiarios

No existen beneficiarios directos, por tratarse de un estudio. Indirectamente se beneficia a los habitantes de las localidades de Ancud, Castro y Quellón.



Seguimiento y control

El seguimiento corresponde a la verificación del estudio de prefactibilidad.

7.1.1.2 PER 2: Seguridad hídrica para la Red Pública Rural

Esta Línea de Acción tiene el propósito de dotar de capacidades de administración y gestión a los responsables de la operación de los SSR de la cuenca, así como prestar apoyo en la elaboración de Planes de Inversión e inversión en infraestructura: telemetría, arranques pendientes y saneamiento.

7.1.1.2.1 PER 2.1 - Capacitación y Acreditación de dirigentes, administradores y operadores

Esta iniciativa responde a la brecha BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales, y se relaciona con las iniciativas PER 2.1 - Profesionalización de los SSR y con PER 3.1, Programas de Desarrollo y Mantenimiento Preventiva de SSR. La justificación de la medida está en los problemas operacionales identificados en los SSR catastrados, que en general cuentan con una gran cantidad de arranques pendientes. Esto resulta en problemas de gestión, capacidad de formular propuestas, y sobre todo de mantener la operación del servicio ante demandas crecientes.

Objetivo y Origen

El propósito de esta iniciativa es contar con una masa crítica de directores, administradores, profesionales y técnicos cuya capacidad pueda ser comprobada ante la autoridad, para lo cual se propone un programa de formación permanente orientado a cada uno de estos cargos dentro de los APR.

El origen de la iniciativa corresponde a las alternativas discutidas dentro del proceso de participación ciudadana del Plan estratégico.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

La medida consiste en la capacitación y acreditación anual de un promedio de 5 directores, 3 administradores y 3 operadores de SSR, con tal de contar con una masa crítica de personas habilitadas para la administración de estos servicios. En la Tabla 7-5 se presenta una breve referencia de los contenidos que se pudieran abordar en estos cursos, los que sin duda deben ser complementados al momento de ser diseñados. La duración debiera ser de aproximadamente 20 horas pedagógicas cada uno.

Tabla 7-5. Contenidos de referencia para la acreditación de directores, administradores y técnicos

Curso	Legales	Administrativos	Operacionales
Directores	Legislación sanitaria (Ley 20.998) Código de Aguas Servidumbres, comodatos y otros	Planes de Acción y de Inversión Gestión de personas Prevención de Riesgos Rol del director Rendición de cuentas Auditoría de cuentas Control de pagos y morosidad Cálculo de tarifas Sistema de Información para SSR	Calidad de aguas y su monitoreo Nociones generales de infraestructura hidráulica y obras sanitarias Cultura del agua
Administradores	Legislación sanitaria (Ley 20.998) Código de Aguas Legislación laboral Servidumbres, comodatos y otros	Planes de Acción y de Inversión Gestión de personas Prevención de Riesgos Rol del Gerente Rendición de cuentas Auditoría de cuentas Control de pagos y morosidad Cálculo de tarifas Sistema de Información para SSR	Calidad de aguas y su monitoreo Elementos de infraestructura hidráulica y obras sanitarias Operación y mantención de redes de saneamiento Cultura del agua
Técnicos	Legislación laboral	Prevención de Riesgos Registros	Calidad de aguas y su monitoreo Instalación de infraestructura hidráulica y obras sanitarias Operación y mantención de redes de saneamiento Cultura del agua

Fuente: Elaboración propia

Este programa debiera ser dictado por una entidad técnica autorizada, que pueda emitir las certificaciones correspondientes. Se espera acreditar a lo menos 11 personas al año dentro de la cuenca, en estas tres categorías (directores, administradores, y operadores), y la acreditación debe ser provista en conjunto por la entidad capacitadora y la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la Dirección de Obras Hidráulicas. Se debe incorporar además las temáticas contenidas en la Ley 20.998. Se espera incorporar además la plataforma informática descrita en PER 2.5.

En todo momento el proceso de capacitación debe responder a las características propias de los SSR del archipiélago, incluyendo la dispersión territorial de los mismos. Se espera que sean actividades presenciales, sin perjuicio que se disponga de material digital o capacitaciones en línea, las que deben considerar la posibilidad de ser sincrónicas o asincrónicas.

Dentro de los aspectos operacionales se incorporó el concepto de cultura del agua, enfocado en la definición de los aspectos comunicacionales que deben ser abordados por cada SSR para mantener y mejorar el compromiso de las personas asociadas a cada servicio.

Para estimar la cantidad de personas por curso, se consideró lo expuesto en la Tabla 7-6.

Tabla 7-6. Estimación de la cantidad de personas que participan de los SSR

Curso	Nº por SSR	Nº SSR	Total	10%
Directores	5	104	520	52
Administradores	2	104	208	21
Técnicos y operadores	5	104	520	52
Total	120		1.248	125

Fuente: Elaboración propia

Costo

Se espera capacitar al 10% de las personas que participan de los SSR al año. Cada curso se estimó en una duración de 30 horas pedagógicas, a un costo total de \$100 mil pesos por hora (que incluye costos de preparación de la clase, materiales y operacionales, provisión de local o plataforma de videoconferencia, entre otros) (Tabla 7-7).

Tabla 7-7. Partidas para la Capacitación y Acreditación de los SSR

Curso	Nº de personas por curso	Cantidad de cursos al año	Costo por curso (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Directores	52	3	5	15
Administradores	21	3	3	9
Técnicos y operadores	52	3	5	15
Total	125	9	9	39

Fuente: Elaboración propia



La iniciativa debiera ser de carácter permanente, por lo que, en los 30 años del plan, alcanza un total de \$1.170 millones de pesos.

Ubicación

La medida aplica para todos los SSR del archipiélago.

Plazos de implementación

La iniciativa se implementa a través de capacitaciones anuales, las que se repiten en forma permanente durante el horizonte del Plan.

Organismos Responsables y relacionados

El organismo formulador e implementador de la iniciativa es la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la Dirección de Obras Hidráulicas.

Beneficiarios

Los beneficiarios directos son los directivos, administrativos y técnicos de los SSR. Los beneficiarios son indirectos, y corresponden al total de la población abastecida por los SSR.

Seguimiento y control

El seguimiento corresponde a la verificación de las capacitaciones, diseño y aprobación de cursos, y convocatoria.

La métrica corresponde al número de personas efectivamente capacitadas.

Los hitos son:

- a) Diseño de los cursos de capacitación
- b) Capacitación de dirigentes, administradores y operadores
- c) Acreditación

7.1.1.2.2 PER 2.2 - Profesionalización de los SSR

Esta iniciativa responde a la brecha BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales, y se relaciona con las iniciativas PER 2.1, Capacitación y Acreditación de dirigentes, administradores y operadores y con PER 2.3 Acreditación de SSR que no están bajo dependencia de la DOH. La justificación de la brecha está en los problemas operacionales identificados en los SSR catastrados, que en general cuentan con una gran cantidad de arranques pendientes. Esto resulta en problemas de gestión, capacidad de formular propuestas, y sobre todo de mantener la operación del servicio ante demandas crecientes.



Objetivo y Origen

El propósito de esta iniciativa es promover la contratación de profesionales para que realicen una gerencia en cada servicio, de cara a la implementación de la Ley 20.998 de Servicios Sanitarios Rurales. Para esto, se propone un subsidio a la contratación de administradores o gerentes.

El origen de la iniciativa corresponde a las alternativas discutidas dentro del proceso de participación ciudadana del Plan estratégico.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

El incentivo consiste en un subsidio a la contratación de profesionales para la administración de estos servicios, el que se reduzca progresivamente al cabo de un tiempo. Se debe establecer metas o programas de desarrollo esperados para cada SSR en el tiempo, una de las cuales puede ser que el SSR cuente permanentemente con una administración profesional. Estas metas deben responder a un trabajo interno del SSR en función de las exigencias de la ley 20.998. En particular, se espera que la administración se enfoque en la Obtención de la licencia de operación de cada SSR ante la Subdirección de SSR de la DOH, para lo cual deberá elaborar e implementar el Plan de Acción para la obtención de la licencia.

El incentivo está dirigido a los SSR de tamaño medio y pequeño. En el caso del archipiélago, 99 de los 104 SSR cumplen con esta condición. En consecuencia, se decidió hacerla extensiva a los 104 SSR inscritos en la actualidad.

De esta forma, las actividades o etapas son:

- Diseño del programa de financiamiento de SSR
- Ejecución del Financiamiento
- Control de licencias obtenidas y/o Planes de Acción elaborados e implementados

Costo

Para la determinación del monto de los incentivos, se consideró que un administrador de un Servicio Sanitario Rural tiene una remuneración bruta de \$ 1.666.667.-, con un costo anual de \$20.000.000.- de pesos.

De esta manera, se propone subsidiar el 50% de la contratación de este administrador, o bien subsidiar su contratación por un 50% de jornada (10 días al mes), lo que equivale a \$10 millones de pesos al año por SSR (Tabla 7-8).

Tabla 7-8. Partidas para la Profesionalización de los SSR

Partida	Alcance	Nº de SSR	Costo Unitario (millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Subsidio a la profesionalización de los Servicios Sanitarios Rurales	Subsidio por \$10 millones anuales, por 5 años, para contratación de profesionales acreditados	104	50	5.200
Total				5.200

Fuente: Elaboración propia

El costo de la medida es de \$5.200 millones de pesos.

Ubicación

La ubicación corresponde a los distintos servicios sanitarios rurales de la cuenca, los que se encuentran distribuidos en las 10 comunas que componen el archipiélago.

Plazos de implementación

La iniciativa se implementa en el corto plazo.

Organismos Responsables y relacionados

El organismo formulador e implementador de la iniciativa es la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la Dirección de Obras Hidráulicas, en colaboración con cada SSR.

Beneficiarios

Los beneficiarios son indirectos, y corresponden al total de la población abastecida por los SSR.

Seguimiento y control

El seguimiento corresponde a la elaboración de los Planes de Desarrollo (PER 4.1) y posterior subsidio a la contratación de Administradores.

7.1.1.2.3 PER 2.3 – Acreditación de SSR que no están bajo dependencia DOH

Esta iniciativa responde a la brecha BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales, y se relaciona con las iniciativas PER 2.1 – Capacitación y Acreditación de dirigentes, administradores y operadores; y con PER 2.2 Profesionalización de los SSR.

La brecha se justifica en que en el levantamiento de información en terreno se identificaron entre 20 y 30 SSR que actualmente no son de dependencia de la DOH, por lo que deben regularizar su situación. De lo contrario, quedarán fuera de los servicios de asesoría técnica de la DOH, y la intervención propuesta por el presente Plan.



Objetivo y Origen

El propósito de esta iniciativa es lograr la inscripción de los SSR que actualmente no están bajo la dependencia de la DOH, para que sean incorporados dentro de los programas de intervención considerados por el presente plan estratégico.

El origen de la iniciativa corresponde a las actividades de trabajo en terreno.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

Según se establece en el artículo transitorio segundo de la Ley N° 20.998, "Los comités y cooperativas de agua potable rural que se encuentren prestando servicios a la entrada en vigencia de esta ley se entenderán titulares de sus respectivas licencias, por el solo ministerio de la ley. Sin embargo, dentro de los dos años siguientes a la entrada en vigencia del reglamento de esta ley, los comités y cooperativas de agua potable rural existentes deberán solicitar su inscripción en el registro de operadores de servicios sanitarios rurales, para lo cual deberán acreditar la vigencia de su personalidad jurídica y la efectividad de estar prestando el servicio. Además, deberán especificar el área que sirven."

Si bien este requerimiento se ha postergado, para acceder a la condición de "licenciario" de la concesión rural, los SSR deben elaborar una carpeta técnica que acredite, entre otros, la vigencia de la organización, de su directiva, de los estatutos, la tenencia de los derechos de aprovechamiento de agua superficiales o subterráneos, y la demarcación de del área operacional del servicio. Se desconoce la cantidad de SSR no inscritos en la DOH.

En consecuencia, para incentivar la inscripción de los SSR que actualmente no son de dependencia de la DOH, se propone la realización de una consultoría externa que capacite, recopile los antecedentes, regularice los antecedentes pendientes, presente y tramite hasta su aprobación la inscripción de a lo menos 25 SSR.

Costo

Se estima que esta actividad tiene un costo de \$82,5 millones de pesos. La duración de este programa es de 11 meses (Tabla 7-9).

Tabla 7-9 Estimación de costos de registro de SSR

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Contacto y capacitación	hp	400	0,05	20,0
Recopilación y regularización de antecedentes	hp	500	0,05	25,0
Tramitación	hp	250	0,05	12,5
Costos operacionales y legales	SSR	25	1,00	25,0
			Total	82,5

Fuente: Elaboración propia



Ubicación

La medida aplica para todos los SSR del archipiélago.

Plazos de implementación

La iniciativa tiene una duración de 12 meses, y se espera que se ejecute en el corto plazo.

Organismos Responsables y relacionados

El organismo formulador e implementador de la iniciativa es la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la Dirección de Obras Hidráulicas.

Beneficiarios

Los beneficiarios son indirectos, y corresponden al total de la población abastecida por los 25 SSR.

Seguimiento y control

El seguimiento corresponde a la verificación de la inscripción de los 25 SSR seleccionados.

7.1.1.2.4 PER 2.4 – Apoyo para la elaboración del Planes de Inversión y de Mantención Preventiva

Esta iniciativa responde a la brecha BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales, y se relaciona con la iniciativa PER 2.1 – Capacitación y Acreditación de dirigentes, administradores y operadores; PER 2.2 Profesionalización de los SSR; PER 2.7 Aumento de la cobertura de agua potable en sectores rurales por arranques pendientes y PER 2.8 - Aumento en la cobertura de saneamiento rural. La justificación de la medida está en los problemas operacionales identificados en los SSR catastrados, que en general cuentan con una gran cantidad de arranques pendientes.

Objetivo y Origen

El propósito de esta iniciativa es prestar un apoyo permanente a los SSR para que elaboren los instrumentos de planificación requeridos por la Ley 20.998 (Planes de Inversiones), y que además elaboren un Plan de Mantención preventiva de sus instalaciones, que oriente, dimensione y programe las intervenciones a realizar en el tiempo.

El origen de la iniciativa corresponde a las alternativas discutidas dentro del proceso de participación ciudadana del Plan estratégico.



Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

La Ley 20.998, de Servicios Sanitarios Rurales, establece que los Servicios Sanitarios Rurales dependen de una Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la Dirección de Obras Hidráulicas, a la cual "le corresponderá efectuar estudios, gestión comunitaria, inversiones de agua potable, inversiones de saneamiento, proyectos de agua potable, proyectos de saneamiento y llevar el registro de los operadores" (art. 72). En este sentido, deben presentar Planes de Inversión de manera quinquenal para su aprobación por parte de la DOH.

La medida propuesta por el presente Plan considera, entonces:

1. Apoyo a los SSR para la elaboración de los Planes de Inversión, que incorporen las mejoras en infraestructura y los arranques pendientes.
2. Apoyo a los SSR para la elaboración de Planes de Mantención Preventiva, que consisten en un instrumento para el seguimiento de las mantenciones mayores de cada servicio.

No se incluyen los Planes de Acción, ya que esta tarea quedó incorporada dentro de las funciones del administrador propuesto en la iniciativa PER 2.2 de este Plan.

Respecto de los **Planes de Inversión**, se espera que estos incorporen las obras requeridas para aumentar la capacidad de producción de agua, tratamiento, redes de distribución. De esta forma, deben dar cuenta de las medidas contenidas en PER 2.6 (instalación de telemetría), PER 2.7 (Cobertura de arranques pendientes), y PER 2.8 (Saneamiento), así como el crecimiento natural de cada centro poblado y las obras requeridas para su atención. Una de las ventajas de contar con una asesoría transversal a los Planes de Inversión es que de esta forma se pueden incorporar conexiones o integración entre distintos SSR, o de los SSR con las redes urbanas, que de otra forma no serían identificadas.

Respecto de los **Planes de Mantención Preventiva**, se espera que estos incorporen las tareas de mantenimiento de la infraestructura existente, con el propósito de que se mejore la vida útil y estándar de operación de ésta. Las labores de mantención deben ser cargadas en el Sistema de Información para los SSR propuesto en la medida PER 2.5.

Para materializar este apoyo, se propone la contratación de una **asesoría quinquenal**, que permanentemente colabore en la elaboración de los planes de inversión y de mantención, de manera que se disponga de un estándar común para todos los SSR del archipiélago. Para el caso que el propio SSR haya realizado su propio Plan, se propone la revisión de éste y las correspondientes propuestas de mejora.

Respecto del Plan de Mantención, se refiere específicamente a un programa de corto y mediano plazo, no acotado a 5 años, que incorpore las mantenciones mayores de las

instalaciones de cada SSR, incluyendo captaciones, impulsiones, conducciones, y otras obras especiales. El propósito es que esta información pueda ser incorporada dentro del Sistema de Información de los SSR, y se pueda realizar un seguimiento operativo de las mismas, sin perjuicio de que se vayan reflejando progresivamente dentro del Plan de Inversiones quinquenal.

Costo

Para determinar el costo de cada partida, se trabajó a partir de las horas de consultoría requeridas en cada caso, las que se detallan en el Anexo J3. Los montos son referenciales (Tabla 7-10).

Tabla 7-10. Partidas del Programa de Desarrollo y Mantenimiento Preventiva

Partida	Alcance	Monto (millones de \$)
Diagnóstico en terreno	Catastro en terreno de la totalidad de los SSR de la cuenca. Diagnóstico de obras de captación, tratamiento, conducción y saneamiento.	200
Programa de mantención y reemplazo	Programa de mantención de partes y piezas. Definición de insumos críticos. Definición de ruta crítica para la mantención preventiva.	200
Programa de Desarrollo	Programa de ampliación de instalaciones y redes de distribución.	100
Total		500

Fuente: Elaboración propia

El plazo de desarrollo de este estudio es de 12 meses, y debiera ser actualizado en forma quinquenal. De esta forma, en el plazo del Plan, el programa debiera ser ejecutado en 6 oportunidades, con un costo agregado de \$3.000 millones de pesos. En este sentido, esta iniciativa se desarrolla en forma permanente.

Ubicación

La medida aplica en la totalidad de los SSR del archipiélago.

Plazos de implementación

La iniciativa se implementa en forma permanente durante el horizonte del Plan.

Organismos Responsables y relacionados

El organismo formulador e implementador de la iniciativa es la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la Dirección de Obras Hidráulicas.



Beneficiarios

Los beneficiarios son indirectos, y corresponden al total de la población abastecida por los SSR.

Seguimiento y control

El seguimiento y los hitos asociados corresponden a la verificación de la elaboración y aprobación de los programas de desarrollo y mantención, en forma quinquenal.

7.1.1.2.5 PER 2.5 - Sistema de información para los Servicios Sanitarios Rurales

Esta iniciativa responde a la brecha BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales, y se relaciona con la iniciativa PER 2.4 Programa de desarrollo y Mantención Preventiva de Servicios Sanitarios Rurales y PER 2.6 Instalación de Telemetría en los Servicios Sanitarios Rurales. La justificación de la medida está en los problemas operacionales identificados en los SSR catastrados, los que en buena parte se deben a problemas de programación de tareas y gestión del conocimiento e información.

Objetivo y Origen

El propósito de esta iniciativa es contar con una plataforma informática que funcione como un canal de comunicación para la gestión de los SSR, simplificar la administración de éstos, recopilar información de las fuentes naturales (cantidad y calidad), así como permitir el seguimiento de los programas de mantención y operación de las instalaciones.

El origen de la iniciativa corresponde a las alternativas discutidas dentro del proceso de participación ciudadana del Plan estratégico.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

Para abordar esta brecha se propone la creación de un Sistema de Información de Servicios Sanitarios Rurales, el que cuente con tres módulos principales: Módulo de Control de Fuentes de Agua, Módulo de Calidad de Aguas, y Módulo de Mantención Preventiva, los que se describen a continuación.

Módulo de Administración: sistema de administración del SSR, que contenga la posibilidad de sistematizar y simplificar reportes de tipo administrativo que los SSR deban realizar en forma interna (asambleas, actas), como para ser reportados a la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la DOH, y a la Superintendencia de Servicios Sanitarios.



Módulo de Control de Fuentes de Agua: sistema de seguimiento en línea de niveles estáticos y dinámicos de las fuentes de agua, principalmente pozos, con el propósito de contar con información en tiempo real y con respaldo histórico sobre la evolución de cada una de las fuentes naturales. De esta forma, se podrá construir tendencias y anticipar colapso de estas fuentes, al mismo tiempo que se dispondrá de una nueva fuente de información para aportar al seguimiento del acuífero.

Módulo de Calidad de Aguas: Sistema integrado de información de calidad de aguas proporcionadas por los SSR, que recoja en una sola plataforma los distintos tipos de análisis de calidad de aguas realizados a lo largo del país. Esta plataforma debiera ser alimentada en forma automática por los laboratorios acreditados para realizar los análisis de calidad de aguas, y de esta forma asegurar que no existirán costos adicionales ni errores de transcripción.

Módulo de Mantenimiento Preventiva: sistema de seguimiento operacional de los SSR, con el propósito de disponer de información actualizada y aportada por los propios usuarios sobre de ciertos parámetros operacionales, como producción de agua, registro de aplicación de productos, problemas técnicos o detenciones en la producción de agua, entre otros. En particular, se espera que a partir del análisis de la información de producción y consumo se pueda contar con sistema de mantenimiento preventiva que mejore el uso de la infraestructura, al mismo tiempo que permita tener una estimación de las pérdidas, y se pueda gestionar este componente que pudiera ser relevante en ciertos SSR. Se espera abordar por completo el aspecto de información de administración y operación de los SSR que es parte de la brecha.

Las etapas son:

- a) Diseño del sistema de información
- b) Desarrollo
- c) Puesta en marcha
- d) Carga de información de SSR

Costo

El desarrollo de esta plataforma se estima en 12 meses, y no se consideran dentro de la partida los costos de administración y mantención futuros. Esta iniciativa puede tener alcance nacional, ya que no existen limitaciones espaciales para la plataforma propuesta. En el futuro, es posible agregar módulos adicionales a esta plataforma, para la administración y generación de reportes requeridos por la Ley 20.998, entre otros (Tabla 7-11).



Tabla 7-11. Partidas del Sistema de Información de Servicios Sanitarios Rurales

Partida	Alcance	Monto (millones de \$)
Módulo de Administración	Desarrollo e implementación de un sistema de administración del SSR, que contenga la posibilidad de sistematizar y simplificar reportes de tipo administrativo que los SSR deban realizar en forma interna (asambleas, actas), como para ser reportados a la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la DOH, y a la Superintendencia de Servicios Sanitarios.	100
Módulo de control de fuentes de agua	Desarrollo e implementación de un sistema informático que reciba, en línea, los niveles observados en las fuentes naturales de agua de los servicios sanitarios rurales, y permita anticipar problemas de abastecimiento.	200
Módulo de Calidad de Aguas	Gestión de perfiles de usuario. Carga de SSR, y usuarios autorizados. Acceso de laboratorios, carga de datos manuales y mediante archivos predefinidos Reportes. Definición de Alertas automáticas. Descarga de datos. Conexión con otros sistemas.	200
Módulo de Mantención Preventiva	Desarrollo e implementación de un sistema informático que contenga los principales aspectos de mantención preventiva de los servicios sanitarios rurales, destinado a ser un apoyo para la operación de los SSR.	100
Total		600

Fuente: Elaboración propia

El costo de desarrollo es de \$600 millones de pesos.

Ubicación

La medida beneficia a todos los SSR del archipiélago.

Plazos de implementación

La iniciativa se espera que sea implementada en el corto plazo.

Organismos Responsables y relacionados

El organismo formulador e implementador de la iniciativa es la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la Dirección de Obras Hidráulicas.



Beneficiarios

Los beneficiarios son indirectos, y corresponden al total de la población abastecida por los SSR.

Seguimiento y control

La meta asociada consiste en el desarrollo de la plataforma y sus tres módulos. El indicador de proceso asociado corresponde al hito de puesta en marcha de esta plataforma informática y la carga de los datos de los SSR.

El hito de verificación son los SSR que efectivamente cuentan con telemetría instalada.

7.1.1.2.6 PER 2.6 - Instalación de Telemetría en los Servicios Sanitarios Rurales

Esta iniciativa responde a la brecha BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales, y se relaciona con la iniciativa PER 2.5 – Sistema de Información para los SSR. La justificación de la medida está en los problemas operacionales identificados en los SSR catastrados, que en general cuentan con precariedad en las fuentes de agua.

Objetivo y Origen

El propósito de la iniciativa es contar con información en tiempo real de las fuentes de agua, construir un registro de niveles que permita anticipar potenciales quiebres en la disponibilidad, y mejorar la comprensión de las fuentes de agua a nivel de la cuenca.

El origen de la iniciativa corresponde a las alternativas discutidas dentro del proceso de participación ciudadana del Plan estratégico.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

Se propone la instalación de sistemas de medición en tiempo real de caudales y niveles de pozos, cuyos registros se envíen mediante telemetría para el seguimiento en línea de los niveles de pozos, así como la extracción que se realiza. De la misma manera, se espera seguir los niveles en las fuentes de agua superficiales y las tasas de extracción. Se espera abordar por completo el aspecto de información de fuentes naturales que es parte de la brecha.

Costo

Para determinar el costo de instalación, se revisaron cotizaciones de instalación de sistemas similares, y se aplicó un factor de seguridad de un 50%, dados los problemas de transmisión en los sectores más alejados. Con esto, el valor por sistema instalado es de \$9,13 millones de pesos.



El total de sistemas a instalar alcanza a los 104 SSR de la cuenca, por lo que el costo total de esta iniciativa es de **\$950 millones de pesos** (Tabla 7-12). Se propone un plazo de implementación de 10 años (mediano plazo), lo que da un ritmo de implementación de 10 a 11 SSR por año.

Tabla 7-12. Costo de Instalación de Telemetría en la Cuenca

Partida	Cantidad (SSR)	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Sistema de telemetría (niveles y caudales)	104	9,13	949,5
Total (Millones de \$)			949,5

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

La ubicación corresponde a los distintos servicios sanitarios rurales de la cuenca, los que se encuentran distribuidos en las 10 comunas del archipiélago.

Plazos de implementación

La iniciativa se implementa en el mediano plazo (10 años), lo que da un ritmo de implementación de 10 a 11 SSR por año.

Organismos Responsables y relacionados

El organismo formulador e implementador de la iniciativa es la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la Dirección de Obras Hidráulicas.

Beneficiarios

Los beneficiarios son indirectos, y corresponden al total de la población abastecida por los SSR.

Seguimiento y control

El seguimiento y los hitos asociados corresponde a la instalación de los sistemas de medición y transmisión de datos en forma remota.

El hito de verificación son los SSR que efectivamente cuentan con telemetría instalada.

7.1.1.2.7 PER 2.7 - Aumento de la cobertura de agua potable en sectores rurales por arranques pendientes

Esta iniciativa responde a la brecha BPER 2 Déficit de abastecimiento de agua en zonas rurales y BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios



Sanitarios Rurales, y se relaciona con la iniciativa PER 2.4 Apoyo para elaboración de Planes de Inversión y de Mantención Preventiva de SSR.

La medida se justifica en la necesidad de extender la red de los Servicios Sanitarios Rurales para dar cobertura a los 1.642 arranques pendientes estimados a partir de la caracterización de SSR realizada.

Objetivo y Origen

El objetivo es ampliar la cobertura de los SSR para incorporar los 1.642 arranques pendientes identificados en la brecha BPER 5 del presente Plan Estratégico.

La medida no ha sido formulada por algún organismo público o privado, pero es parte de las funciones tanto de los SSR como de la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales del Ministerio de Obras Públicas.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

La medida consiste en el aumento de la cobertura de la red de distribución de agua potable en Servicios Sanitarios Rurales, de manera de aumentarla en un 7,8%, según se obtuvo de la brecha BPER 5. Las etapas requeridas para la implementación de la iniciativa son las siguientes:

1. Elaboración de estudio de ingeniería a nivel de prefactibilidad
2. Diseño de ingeniería
3. Construcción

Costo

Se realizó una estimación del costo por ampliación de 1 arranque en la red, bajo el supuesto que se trata de a lo menos 8 arranques por km lineal de distribución (Anexo J3).

Tabla 7-13. Costo total por arranque

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Costo total (\$)
Arranque	Arranque	1	5.204.587	5.204.587
Obras complementarias (PEAP, Extensiones de ductos, traviesos, otros)	%	20%	5.204.587	1.040.917
Imprevistos	%	20%	5.204.587	1.040.917
Ingeniería y permisos	%	20%	5.204.587	1.040.917
Total por Arranque				8.327.338

Fuente: Elaboración propia sobre datos ESSBIO

En consecuencia, se dimensionó la red de distribución, cantidad de válvulas y arranques para esta cantidad de viviendas. Al costo material del arranque individual, se incorporó otros costos de obras complementarias, como pueden ser plantas elevadoras de agua

potable, extensiones de ductos entre sectores, obras especiales, atraviesos, etc., así como los costos de ingeniería y permisos, e imprevistos. En la Tabla 7-13 se detalla el costo total por arranque, mientras que la Tabla 7-14 entrega la identificación de arranques pendientes por SSR.

Tabla 7-14 Identificación de Arranques pendientes por SSR

Nº	Nombre	Nº de arranques totales	Nº de arranques pendientes	Costo unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
1	Sector Norte de la Isla (Ancud, Quemchi, Dalcahue)	4.818	236	8,3	1.958,8
2	Sector Centro (Castro, Chonchi)	6.737	1.125	8,3	9.337,5
3	Sector Sur (Queilén y Quellón)	3.160	9	8,3	74,7
4	Sector Insular (Achao, Puqueldón)	3.720	271	8,3	2.249,3
TOTAL		18.435	1.642		13.628,6

En consecuencia, se estima que el costo total de la medida es de \$13.628,6 millones de pesos.

Ubicación

No se dispone de la ubicación precisa, salvo precisar que según la muestra obtenida, el 57,4% de los arranques pendientes se encuentran en la zona centro (Castro y Chonchi); el 28,2% en la zona Norte (Ancud, Quemchi y Dalcahue); el 14,0% en la zona sur (Queilén y Quellón); y solo el 0,4% en el sector insular (Curaco de Vélez y Puqueldón).

Plazos de implementación

La iniciativa debe implementarse en el mediano plazo (10 años).

Organismos Responsables y relacionados

El organismo formulador e implementador de la iniciativa es la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la Dirección de Obras Hidráulicas. El financiamiento es público.

Otros organismos participantes son la Superintendencia de Servicios Sanitarios y los Servicios Sanitarios Rurales, beneficiarios directos.

Beneficiarios

Los beneficiarios se pueden estimar en las 1.642 viviendas que recibirán cobertura de agua potable.



Seguimiento y control

El seguimiento consiste en la verificación de las etapas del proceso de ingeniería, pero sobre todo en el número de arranques instalados.

7.1.1.2.8 PER 2.8 - Aumento en la cobertura de saneamiento rural

Esta iniciativa responde a la brecha BPER 5 Problemas de operación y administración de Servicios Sanitarios Rurales, y se relaciona con la iniciativa PER 2.4 Apoyo para elaboración de Planes de Inversión y de Mantenimiento Preventiva de SSR.

Sobre la base de la información disponible, no se identificaron SSR con plantas de tratamiento de aguas servidas en estado operativo. En consecuencia, se estima que la brecha es del 100%.

Objetivo y Origen

El objetivo es aumentar la cobertura de tratamiento de aguas servidas asociadas a los servicios sanitarios rurales de la cuenca, llegando al 10% de los SSR en 30 años.

La medida no ha sido formulada por algún organismo público o privado, pero es parte de las funciones tanto de los SSR como de la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la Dirección de Obras Hidráulicas.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

La medida consiste en el aumento de la cobertura de saneamiento rural, desde el 0% actual, al 10% en un período de 30 años. Si bien se está lejos de la cobertura total de la isla, se estima que esta es una meta posible de alcanzar en función del financiamiento disponible y las prioridades de inversión.

Las etapas requeridas para la implementación de la iniciativa son las siguientes:

1. Elaboración de estudio de ingeniería a nivel de prefactibilidad
2. Diseño de ingeniería
3. Construcción

Costo

Se estima que la inversión requerida para la extensión de redes es de \$7.392 millones de pesos por Servicio Sanitario Rural, costo que incluye una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas, 6 km de alcantarillado y 2 Plantas Elevadoras de Aguas Servidas. En consecuencia, el costo total estimado de inversión requerido es de **\$73.920 millones de pesos**, a ser invertidos en el corto, mediano y largo plazo (30 años). La memoria de cálculo se presenta en el Anexo J3.



En la Tabla 7-15 se entrega costo referencia del sistema de saneamiento rural.

Tabla 7-15. Costo referencial del Sistema de Saneamiento Rural

Partida	Cantidad de SSR	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (millones de \$)
Sistemas de Saneamiento Rural	10	7.392	73.920
	Total		73.920

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

La ubicación corresponde a los distintos servicios sanitarios rurales de la cuenca, los que se encuentran distribuidos en las 10 comunas que componen el archipiélago.

Plazos de implementación

Si bien la iniciativa es relevante, se propone solo para su implementación a partir del año 10 de este Plan (largo plazo, entre los años 10 y 30).

Organismos Responsables y relacionados

El organismo formulador e implementador de la iniciativa es la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la Dirección de Obras Hidráulicas. El financiamiento es público.

Otros organismos participantes son la Superintendencia de Servicios Sanitarios y los Servicios Sanitarios Rurales, beneficiarios directos.

Beneficiarios

Los beneficiarios corresponden a los usuarios de los 10 SSR con saneamiento de aguas servidas.

Seguimiento y control

El seguimiento corresponde a la verificación de los programas de desarrollo de Servicios Sanitarios Rurales de la DOH.

El seguimiento es permanente, y se puede expresar en población cubierta, o bien por el porcentaje de la población rural con acceso al saneamiento dentro del territorio operacional, el que debe tender al 100,0%.



7.1.1.3 PER 3 – Seguridad hídrica para viviendas desconectadas de las Redes Públicas de Agua

Esta línea estratégica se centra en las viviendas que se encuentran fuera de las redes de agua potable urbana y de agua potable rural (SSR), y que actualmente se abastecen de fuentes propias o bien mediante camiones aljibe.

7.1.1.3.1 PER 3.1 – Plan para viviendas desconectadas de las Redes Públicas de Agua

Esta iniciativa responde a la brecha BPER 3 Población en riesgo de abastecimiento de agua potable, y se relaciona con las medidas ECO 2.1, 2.2 y 2.3.

La brecha se justifica en que los sectores dispersos no están especificados dentro de la política pública de abastecimiento de agua, en tanto buena parte de estos corresponde a abastos individuales o bien colectivos que se han establecido en el territorio en forma irregular. En estos sectores se identificaron un total de 2.413 viviendas abastecidas mediante pozos, cauces naturales, camiones aljibe y otras fuentes, y cuentan con baja seguridad de abastecimiento de agua.

Objetivo y Origen

El objetivo es diagnosticar el estado actual, proponer e implementar la solución requerida para cada una de las viviendas desconectadas de las Redes Públicas de Agua Potable urbanas o rurales, e identificar aquellas viviendas sin factibilidad de agua.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

La medida consiste en la elaboración e implementación de un Plan para viviendas desconectadas de las Redes Públicas de Agua, que determine la pertinencia de conectarlas a las redes de agua potable urbana o rural, integrarlas a Redes Participativas de Agua, a mejoras de los abastos individuales, y finalmente identificar el conjunto de viviendas sin factibilidad de agua.

Las viviendas fuera de la red son en total 2.413, por lo que se debe determinar qué grupos de viviendas pudieran ser gestionadas en forma conjunta, y por complemento, qué viviendas corresponden a situaciones aisladas. Para esto, se debe realizar un catastro de viviendas, partiendo de la información censal ya descrita, la cual se debe actualizar a partir de las Fichas de Información Básica de Emergencia Hídrica (FIBEH), elaboradas por cada municipio, y que permiten gestionar el abastecimiento de agua mediante camiones aljibe. Estas fichas fueron implementadas en el año 2021 debido a la necesidad de una nueva forma de catastro para emergencias por Déficit Hídrico, que levante información específica de la disponibilidad de agua en los hogares, y cómo su

escasez ha afectado a la población. Estas variables no son consideradas en la FIBE, y, por lo tanto la División de Focalización y la Unidad de Información Social en Emergencias, lanzó la Ficha Básica de Emergencia Hídrica (FIBEH), la cual se convierte en el nuevo instrumento de catastro social en emergencias por Déficit Hídrico. La FIBEH, además de identificar a las familias afectadas por la escasez hídrica, recopila información técnica sobre el uso del agua, formas de abastecimiento, medios de almacenamiento y necesidades técnicas de las familias⁴⁶. Estos antecedentes están consolidados en el Sistema de Información Social en Emergencias, del Ministerio de Desarrollo Social y Familia⁴⁷.

A partir de este catastro de viviendas en condición de inseguridad hídrica, se debe realizar un análisis espacial que permita determinar, por ejemplo, cercanía entre viviendas, cercanía a fuentes de agua, a Servicios Sanitarios Rurales, etc., así como la distribución específica de las viviendas abastecidas mediante camiones aljibe (no todas las viviendas desconectadas de la red se encuentran en problemas de abastecimiento). De este análisis, se tienen los siguientes tipos de viviendas:

1. Viviendas que están dentro de los sectores de expansión de las redes urbanas o rurales
2. Viviendas que pueden agregarse dentro de una RPA
3. Viviendas aisladas, o donde las condiciones de riesgo o asociatividad no hacen aconsejable implementar una RPA
4. Viviendas sin factibilidad de agua.

Se analizan las soluciones por separado.

Viviendas dentro de la expansión de Redes Públicas de Agua

Para estas viviendas se estima que la mejor alternativa es la conexión a la red pública correspondiente. En este caso, para las redes urbanas se cuenta con la acción catastrada de los Planes de Desarrollo de la empresa sanitaria (ESSAL), y para los SSR, se incorporó la medida PER 3.4.

Viviendas que pueden ser incorporadas dentro de una RPA

El concepto de abasto colectivo existe dentro de las opciones que el Estado y los gobiernos locales gestionan el abastecimiento de agua en los sectores rurales. En particular, las Redes Participativas de Agua (RPA) se encuentran dentro de esta categoría, y a nivel práctico corresponden a una adaptación de la experiencia denominada "Red Participativa de Agua Potable de Catruman", en la comuna de Ancud,

⁴⁶ Revisado en <http://fibe.gob.cl/fibeh/>

⁴⁷ Accesible para servicios públicos en <https://sise.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/>

Chiloé⁴⁸. En lo principal, esta iniciativa parte de la organización de viviendas que se encuentran en sectores dispersos, por debajo de la cobertura establecida para los Servicios Sanitarios Rurales, por lo que no son beneficiarios de esta política pública. Dada esta condición, las RPA buscan gestionar en forma colectiva una fuente común de agua, que sea estable en el tiempo, y construir un aprovechamiento común de la misma, ya sea mediante captura de aguas superficiales en una quebrada (en el caso de Catrumán), pero bien pudiera ser un pozo de aprovechamiento común u otra fuente superficial. Un aspecto relevante es la protección de la fuente de agua común mediante manejo de micrositios, de manera de promover la mantención o mejora de los servicios ecosistémicos del territorio a nivel local.

En este sentido, existen tres aspectos clave para la implementación de una RPA:

- a) Contar con un conjunto de viviendas con una densidad inferior a la requerida para el establecimiento de un Servicio Sanitario Rural
- b) Contar con una fuente de agua común, que sea estable en el tiempo
- c) Contar con un capital social que permita la organización de grupos de viviendas dispersas

Una vez identificados los grupos de viviendas candidatas a establecer una RPA, se debe iniciar una fase de levantamiento de información en terreno, y de identificación, caracterización y coordinación de los usuarios locales, con el propósito de determinar la factibilidad técnica, económica y social para el establecimiento de la RPA.

Como se señaló, una componente relevante de las RPA es la protección de las fuentes de agua identificadas, mediante un manejo a nivel local del entorno de estas. De esta manera, se busca resguardar los servicios ecosistémicos, y particularmente la provisión de agua para las personas. Para esto se debe proponer un plan de manejo específico para el territorio de influencia. Este manejo de micrositios considera alternativas tales como:

- Ordenación de las explotaciones forestales en la microcuenca aportante, con el propósito proteger la fuente natural de cambios en la calidad del agua, aumentos drásticos de la escorrentía y/o disminución de la recarga, entre otros. En este caso, se trata principalmente de plantaciones de eucalipto.
- Propuesta de manejo de la microcuenca aportante, promoviendo el manejo ambiental adecuado de aquellas fuentes de riesgo para la calidad, cantidad u oportunidad de las aguas.
- Recuperación y enriquecimiento de la cuenca aportante con vegetación nativa, interviniendo aquellos sectores degradados o con procesos de erosión activos, con el propósito de aumentar la biodiversidad, incorporando especies que

⁴⁸ Revisado en <https://redaguaChiloé.wordpress.com/> y visitada en terreno por el equipo consultor.

podieran constituir fuente de recursos secundarios, como especies melíferas, estableciendo zonas de exclusión de ganado, etc.

- Manejo de la fuente mediante ecotecnias que favorezcan la recuperación del ciclo hidrológico, mediante zanjas de infiltración, fajinas para el control de erosión, barreras para el control de aporte de sedimentos u otras relacionadas.
- Mejoras en la infraestructura de captación y conducción de las aguas.
- Trabajo participativo, con la comunidad local, para que la solución se construya en conjunto, y que ellos aporten tanto la disposición al ordenamiento territorial, como aportes en mano de obras, maquinaria o materiales de construcción, cuando sea necesario.

Dependiendo de la naturaleza del sitio a intervenir, los resultados esperados son:

- Mejora en la cantidad, calidad y oportunidad del agua provista por la fuente natural
- Desarrollo de infraestructura hidráulica básica, para el caso de sectores dispersos, que permita distribuir agua a nivel domiciliario en zonas que carezcan de esta posibilidad.
- Establecimiento de instancias locales de colaboración que permitan avanzar en niveles de organización y gestión del territorio desde lo local.

Viviendas aisladas (fuera de las RPA)

Las RPA pueden ser una opción para grupos de viviendas, pero existen condiciones donde no son adecuadas:

- Las viviendas se encuentran alejadas unas de otras, haciendo imposible cualquier tipo de conexión mediante infraestructura
- Las viviendas cuentan con una fuente individual estable a la fecha, por lo que el nivel de riesgo (y la percepción de este) es baja, a lo menos de momento
- No existe capital social debido a conflictos anteriores, desconocimiento, desconfianza u otros, los que no permiten avanzar en un proceso conjunto.

En este caso, se propone en tanto sea posible:

- Identificación de fuentes individuales de agua
- Propuesta de mejora para los abastos individuales (posiblemente pozos)
- Propuesta de manejo del sitio para protección de la fuente

Dentro de las propuestas se tienen los siguientes ejemplos.

- **Acumulación de aguas lluvia a nivel colectivo.** Se basa en la posibilidad de acumular aguas de escorrentía superficial capturadas desde vertientes u otros cursos de agua, las que se pueden filtrar y almacenar en cisternas flexibles de tamaño variable (por ejemplo, sobre la base de unidades de 200 m³). El almacenamiento en estas condiciones no es de tipo potable, por lo que se requiere de un sistema nuevo de filtrado y potabilización para dejarlas aptas para consumo humano. Este sistema es complementario a las redes participativas de agua, y permite extender la disponibilidad de agua en temporada de sequía hídrica. Como referencia, una cisterna de 200 m³ puede proveer de agua a 20 personas durante 100 días (100 litros por persona al día).
- **Sistemas de recolección individual de aguas lluvia o aguas de escorrentía.** Se basan en la recolección de aguas lluvia desde techos de viviendas o edificaciones de uso productivo, la que se acumula siguiendo el modelo de “Islas Urbanas” ya implementado en Quemchi. Complementariamente, se pueden diseñar obras de captación de aguas de escorrentía, y almacenarlas en cisternas flexibles de tamaño variable.

Viviendas sin factibilidad de agua

Adicionalmente, existirá una proporción de viviendas que no tendrán solución aparente, debido a que se emplazan en sectores sin factibilidad de agua. Se debe elaborar este listado para determinar la cantidad de estas viviendas y estudiar medidas complementarias. Sin embargo, dada la disponibilidad de precipitaciones en el archipiélago, se estima que no debiesen existir viviendas sin factibilidad de agua.

Etapas de la iniciativa

Las etapas requeridas para la implementación de la iniciativa son las siguientes:

- a) Plan para intervención de Viviendas desconectadas de la Red Pública de Agua
- b) Elaboración e implementación de un programa de Redes Participativas de Agua
- c) Elaboración e implementación de un programa de mejora de abastos individuales
- d) Elaboración de un programa de contingencia para viviendas sin factibilidad de agua

Costo

El costo total de la iniciativa es de **\$23.570 millones de pesos**, según se detalla en la Tabla 7-18. Las Tabla 7-16 y Tabla 7-17 entregan los costos referenciales y las partidas de red participativa de agua.

Tabla 7-16. Plan para Viviendas desconectadas de la Red Pública de Agua

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Identificación de universo de viviendas desconectadas de la red y subconjunto abastecido por camiones aljibe	Hp	2.000	0,05	100
Clasificación de viviendas según solución potencial (conexión a red pública, RPA, mejoramiento individual y sin factibilidad)	Hp	4.000	0,05	200
Programa de conexión de viviendas a la red pública APU y APR	Hp	4.000	0,05	200
Programa de implementación de Redes Participativas de Agua	Hp	3.000	0,05	150
Programa de mejora de captaciones individuales	Hp	2.000	0,05	100
Programa de contingencia para viviendas sin factibilidad de agua	Hp	2.000	0,05	100
Costos operacionales	Mes	12	10	120
Costo Total				970

Fuente: elaboración propia

En complemento a la elaboración del Plan, se estimó en complemento un costo potencial de implementación de los distintos programas a proponer.

El costo de conexión de las viviendas desconectadas a las redes públicas de agua potable urbana queda contenido dentro de los Planes de Desarrollo de las empresas sanitarias. En complemento, la conexión a las redes de agua potable rural queda comprendida dentro de la medida PER 3.4 Aumento de la cobertura en sectores rurales por arranques pendientes. En consecuencia, no se incluyen dentro del presente análisis.

Si se incluye el costo de las Redes Participativas de Agua y soluciones individuales.

Las redes participativas de agua (RPA), como se definió previamente, corresponden a una provisión de agua en forma comunitaria a partir de una fuente común. En la Tabla 7-17 se presenta una estimación del costo de implementación.

Tabla 7-17. Partidas para una Red Participativa de Agua

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (millones de \$)	Costo Total (millones de \$)
Acompañamiento de la RPA	Hp	300	0,05	15
Diseño participativo	Hp	200	0,05	10
Obras de captación	gl	1	5	5
Obras de Acumulación (Cisterna 200 m ³)	gl	3	5	15
Filtrado y potabilización	gl	1	3	3
Obras de distribución	km	5	1	5
Obras anexas (Cercado,	gl	1	5	5
Costos operacionales, movimiento de tierra, otros	gl	1	5	5
Total				63

Fuente: Elaboración propia

Para la estimación de las soluciones individuales, se tomó como referencia a las "Islas Urbanas", cada una de las cuales se estimó en \$10 millones de pesos, mediante cotización con empresas proveedoras del sistema.

No es posible determinar en forma preliminar el número de RPAs potencialmente constituidas, por lo que se tomará como supuesto una base de 200 RPA, cada una de las cuales incluya 5 viviendas. Adicionalmente, se consideró el mejoramiento de 1.000 abastos individuales. En conjunto, ambas soluciones podrían dar solución a aproximadamente 2.000 viviendas. Sin embargo, la cantidad total y la situación de cada vivienda solo se podrá tener una vez que se elabore el Plan para Viviendas desconectadas de la Red Pública de Agua (Tabla 7-16).

Tabla 7-18 Resumen de la protección de fuentes de agua

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Plan para viviendas desconectadas de la Red Pública de Agua	gl	1	970	970
Redes Participativas de Agua	RPA	200	63	12.600
Mejoramiento de abastos individuales (islas urbanas)	Fuente individual	1.000	10	10.000
Costo Total				23.570

Fuente: elaboración propia



Se estima que la inversión requerida para la extensión de redes es de \$23.570 millones de pesos. Si bien el número de fuentes es estimativo, se puede considerar que serán beneficiadas unas 2.000 viviendas, lo que da un costo por vivienda de \$11,79 millones de pesos.

Ubicación

Las viviendas dispersas se encuentran principalmente en la comuna de Quellón (43,9%), Ancud (23,2%), Chonchi (13,0%), Dalcahue (9,3%), Castro (84,5%), Quemchi (3,3%) y otras comunas con participaciones inferiores al 1%. El detalle se puede apreciar en la brecha BPER 3.

Plazos de implementación

La iniciativa debe ser implementada en el mediano y largo plazo (hasta 20 años).

Organismos Responsables y relacionados

La iniciativa debe ser formulada en conjunto por el gobierno Regional y los municipios. El GORE debe financiar el estudio técnico previo, en coordinación con los municipios que son los que reciben los requerimientos directos de las personas mediante las fichas FIBEH. A continuación, las soluciones definitivas debieran ser financiadas por el GORE.

Beneficiarios

Los beneficiarios corresponden a los habitantes de las 2.000 viviendas que se podrían beneficiar de redes participativas de agua y soluciones individuales. La población asociada es de 8.000 personas.

Seguimiento y control

El seguimiento consiste en el número de viviendas con solución efectiva.

Los hitos asociados son la realización del estudio técnico y la posterior implementación de las soluciones de infraestructura.

7.1.2 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas

La seguridad hídrica para los ecosistemas se refiere a la provisión de agua y condiciones de protección, soporte territorial, estudio y otros para la mantención de los ecosistemas terrestres, acuáticos continentales y marinos presentes en la cuenca. En Tabla 7-19 se presentan las iniciativas priorizadas y la brecha a la cual responden.

Tabla 7-19 Iniciativas de Seguridad Hídrica de los Ecosistemas

Iniciativa	Brecha
ECO 1 – Protección de Ecosistemas Acuáticos	
ECO 1.1 – Acuerdo de Gestión de Humedales	BECO 1 Disminución de caudal ecológico en humedales BECO 2 Degradación de ecosistemas acuáticos
ECO 1.2 – Seguimiento de humedales	BECO 1 Disminución de caudal ecológico en humedales BECO 2 Degradación de ecosistemas acuáticos BECO 3 Uso intensivo de ecosistemas acuáticos continentales para cultivos hidrobiológicos
ECO 2 – Protección de Ecosistemas Terrestres	
ECO 2.1 – Protección de comunidades mediterráneas	BECO 4 Pérdida y degradación de vegetación terrestre
ECO 2.2 – Estudio para la Protección de fuentes de agua	BECO 4 Pérdida y degradación de vegetación terrestre BECO 5 Extracción de turberas y pomponales
ECO 2.3 – Restauración de Ecosistemas Terrestres	BECO 4 Pérdida y degradación de vegetación terrestre
ECO 2.4 – Recuperación de suelos degradados	BECO 6 Degradación y desertificación

Fuente: Elaboración propia

7.1.2.1 ECO 1 – Protección de Ecosistemas Acuáticos

7.1.2.1.1 ECO 1.1 – Acuerdo de Gestión de Ecosistemas Acuáticos

Esta iniciativa responde a las brechas BECO 1 Disminución de caudal ecológico en humedales, BECO 2 Degradación de ecosistemas acuáticos y BECO 3 Uso intensivo de ecosistemas acuáticos continentales para cultivos hidrobiológicos, y se relaciona con la iniciativa ECO 1.2 Seguimiento de humedales urbanos y rurales. La iniciativa se justifica en la existencia de presiones permanentes sobre los humedales, en la disminución de los aportes de agua esperados a futuro, y en el eventual conflicto por uso del agua a nivel superficial y subterráneo.

Objetivo y Origen

El propósito de la iniciativa es instalar un acuerdo en las subcuencas principales para la gestión de los ecosistemas acuáticos: humedales, cursos y cuerpos de agua. Este acuerdo debe establecer indicadores de estado de estos cuerpos de agua como una medida del estado del ciclo hidrológico de la cuenca, tanto en calidad como en cantidad, y defina acciones de manejo para asegurar su continuidad en el tiempo.

La medida resulta de las mesas de trabajo sostenidas con la oficina regional del Ministerio de Medio Ambiente y programa GEF Humedales implementado en otras regiones del país, así como de las actividades de participación ciudadana en la cuenca.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

La medida corresponde a una propuesta de acuerdo o consenso en que los ecosistemas acuáticos son indicadores del estado de la cuenca aportante, de manera tal que pueden ser utilizados como una medida para evaluar el estado de la gestión realizada aguas arriba. De esta forma, es posible establecer umbrales que generen respuestas en la gestión de la cuenca.

Se propone utilizar un conjunto de ecosistemas acuáticos clave (19) como indicadores de la gestión de la hoya aportante, de manera tal que las extracciones y eventuales recargas de acuífero estén destinadas a la mantención de estos cuerpos de agua. En el caso de las recargas, salvo excepciones, se trata de favorecer las recargas naturales de cada zona. Los ecosistemas acuáticos propuestos corresponden a humedales urbanos, cursos y cuerpos de agua dulce destinados a la actividad salmonícola, y un par de ecosistemas de referencia, no intervenidos a la fecha.

Los indicadores a levantar en cada humedal deberán estar en línea con aquellos definidos en el Reglamento de Humedales Urbanos⁴⁹, y se abordan en la iniciativa ECO 1.2.

Se propone generar un sistema de alerta, con tres niveles, que permita activar a los usuarios de la cuenca en pos de la gestión de estos humedales. En Tabla 7-20 se proponen ejemplos de los niveles a definir, pero estos deben ser establecidos en el mismo acuerdo de gestión de los humedales:

Tabla 7-20 Ejemplo de Umbrales para Ecosistemas

Nivel	Umbral	Respuesta
Normal	Se cumple el umbral del 80% o más de los indicadores definidos	No es necesaria una respuesta por parte de los usuarios
Alerta	Cuando se está entre el 80% y 60% del umbral de los indicadores definidos	Se toman medidas de apresto dentro de la temporada, reducción de consumos, aumento de recarga de acuíferos.
Colapso	Cuando se está por debajo del 60% de los umbrales definidos	Se toman medidas de gestión para la temporada siguiente, promoviendo la recuperación del acuífero afectado, o proveyendo de aportes extraordinarios a los humedales afectados.

Fuente: Elaboración propia

⁴⁹ Decreto N° 15/2020, del Ministerio de Medio Ambiente



Este sistema requiere el establecimiento de niveles de referencia para cada uno de los indicadores antes descritos, que reconozca la variabilidad estacional, así como la relevancia o ponderación entre los tres indicadores propuestos, u otros que se determine de relevancia.

De la misma forma, las acciones de respuesta pueden corresponder a regulación del uso anual de las aguas, recargas de excedentes o aportes directos a los humedales afectados; pero también a previsiones interanuales donde toma relevancia la Gestión Dinámica de los Acuíferos, particularmente el acuífero Pan de Azúcar que es el que tiene una mayor tasa de uso en la actualidad.

La iniciativa es de gestión, y no se tiene una medida -a priori- de la proporción de la brecha hídrica que es abordada con su implementación. Sin embargo, es crucial que se alcancen estos acuerdos entre sector público y privado, para definir a los humedales como indicadores del estado de cada cuenca. En particular, los futuros Consejos de Cuenca deben conducir esta discusión y facilitar el acuerdo y su seguimiento.

Las etapas son:

- a) Caracterización de la cuenca asociada a cada humedal y los usos asociados
- b) Definición de los umbrales asociados al plan de alerta
- c) Definición de las acciones a adoptar en caso de que se supere alguno de los umbrales establecidos
- d) Participación ciudadana para la definición de los acuerdos
- e) Suscripción del acuerdo

Costo

Se propone la realización de un estudio de caracterización, identificación de usos, propuesta de umbrales y medidas de gestión asociadas, el que debe contar con la participación de los actores identificados en cada ecosistema acuático.

Tabla 7-21. Estudio para la determinación de acuerdos de gestión por ecosistema acuático

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (millones de \$)	Costo Total (millones de \$)
Caracterización de cada ecosistema y la cuenca aportante	Hp	2.000	0,05	100
Definición de usos principales	Hp	1.000	0,05	50
Definición de umbrales del humedal contenidos en el acuerdo	Hp	1.000	0,05	50
Participación ciudadana	Hp	2.000	0,05	100
Gestión del acuerdo	Hp	1.000	0,05	50
Costos Operacionales	mes	12	10	120
Total				470

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

Se propone utilizar un conjunto de ecosistemas acuáticos clave (19) como indicadores de la gestión de la hoya aportante, de manera tal que las extracciones y eventuales recargas de acuífero estén destinadas a la mantención de estos cuerpos de agua. En el caso de las recargas, salvo excepciones, se trata de favorecer las recargas naturales de cada zona. Los ecosistemas acuáticos propuestos corresponden a humedales urbanos, cursos y cuerpos de agua dulce destinados a la actividad salmonícola, y un par de ecosistemas de referencia, no intervenidos a la fecha. El listado se presenta a continuación.

A - Humedales urbanos

1. Circuito de humedales Pudeto Bajo (HU-0010)
2. Humedal Gamboa (HU-0083)
3. Humedal Ten Tén (HU-0089)
4. Humedal Estero Quellón (HU-0056)

B - Cursos y cuerpos de agua con actividad salmonícola

5. Estero Huidad
6. Estero Yaldad
7. Estero Compú
8. Estero Oqueldan
9. Estero Pailad
10. Estero Curbita
11. Estero Castro



12. Estero Chuac
13. Estero Tubildad
14. Lago Huillinco
15. Lago Cucao
16. Lago Natri
17. Lago San Antonio

C - Otros de interés y/o referencia

18. Río Chepu
19. Laguna Chaiguata

Plazos de implementación

La iniciativa se espera que sea implementada en el corto plazo. El acuerdo requiere 1 año de negociaciones.

Organismos Responsables y relacionados

El organismo formulador e implementador de la iniciativa MMA.

Beneficiarios

No se identificaron beneficiarios directos. Se identificaron como beneficiarios indirectos a los habitantes que se relacionan con cada uno de los ecosistemas acuáticos dentro del acuerdo.

Seguimiento y control

El seguimiento a la iniciativa está dado por la suscripción del acuerdo por parte de los actores de cada sub cuenca, tanto públicos como privados. Se espera la suscripción de los dos acuerdos descritos anteriormente.

7.1.2.1.2 ECO 1.2 – Programa de Seguimiento de ecosistemas acuáticos

Esta iniciativa responde a las brechas BECO 1 Disminución de caudal ecológico en humedales y BECO 2 Degradación de ecosistemas acuáticos y BECO 3 Uso intensivo de ecosistemas acuáticos continentales para cultivos hidrobiológicos, y se relaciona con la iniciativa ECO 1.1 Acuerdos de gestión de ecosistemas acuáticos. La iniciativa se justifica en la existencia de presiones permanentes sobre los ecosistemas acuáticos, en la disminución de los aportes de agua esperados a futuro, y en el eventual conflicto por uso del agua a nivel superficial y subterráneo.



Objetivo y Origen

El propósito de la iniciativa es establecer un programa de seguimiento y monitoreo de los ecosistemas acuáticos de la cuenca, con el propósito de proveer de información base para el seguimiento y toma de decisiones asociada a los acuerdos de gestión.

La medida resulta de las mesas de trabajo sostenidas con la oficina regional del Ministerio de Medio Ambiente y programa GEF Humedales.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

Se propone un seguimiento en un conjunto ecosistemas acuáticos clave para el archipiélago.

La iniciativa comprende dos medidas principales: por un lado, un seguimiento trimestral de las variables de estado del humedal en directa relación con los parámetros señalados en el Reglamento de Humedales Urbanos, y por el otro, un seguimiento continuo mediante la instalación de sensores.

Seguimiento trimestral

- Integridad del área del humedal (bajo protección o identificada por el acuerdo), referida a la proporción del ecosistema que se encuentra inalterada
- perímetro mojado,
- Altura de agua referencial en el punto de mayor profundidad o espejo de aguas permanente de cada humedal
- niveles de pozos indicadores definidos en las cercanías de cada humedal;
- calidad de aguas (in situ),
- calidad de aguas (según NCh 1.333 tabla vida silvestre)
- caudal superficial (informado por DGA, cuando corresponda)
- Diversidad y abundancia de especies de bentos y plancton, macrófitas y aves
- Parámetros en la columna de agua de mar dentro del área de influencia del humedal
- Otros a definir en cada ecosistema

Seguimiento continuo

Además, se considera la instalación de un sensor de nivel de agua por humedal que registre en forma continua y transmita mediante telemetría la altura de agua observada en los puntos de mayor profundidad y/o permanencia de cada espejo de agua, así como la conductividad eléctrica.



Para su implementación se propone que se licite un servicio de seguimiento trimestral, que permita disponer de un reporte que sea la base de la toma de decisiones del acuerdo de gestión propuesto en ECO 1.1.

Las etapas son:

- a) Licitación del servicio de seguimiento y monitoreo
- b) Instalación de sensores de nivel y calidad de aguas
- c) Seguimiento permanente

La iniciativa es de gestión, y no se tiene una medida -a priori- de la proporción de la brecha hídrica que sea abordada con su implementación. Sin embargo, es crucial que se alcancen estos acuerdos entre sector público y privado, para definir a los humedales como indicadores del estado de cada cuenca. En particular, los futuros Consejos de Cuenca deben conducir esta discusión y facilitar el acuerdo y su seguimiento.

Costo

Para determinar el costo de la iniciativa, se tienen dos partidas de gasto. En primer lugar, se debe instalar un sistema de seguimiento telemétrico para cada uno de los ecosistemas acuáticos (19) y su reposición en el tiempo, considerando una tasa de 10% de los equipos al año (300% en 30 años); y en segundo lugar, se deben realizar campañas de seguimiento trimestrales. El detalle se presenta en la Tabla 7-22 y Tabla 7-23.

Tabla 7-22. Estimación de costo de instalación de la telemetría y su mantención en 30 años

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Instalación de telemetría	Ecosistema	5*19	7,6	722,0
Reposición anual	%	300%	722	2.166,0
			Total	2.888,0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7-23. Estimación de costo de una campaña de monitoreo estacional

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Perímetro mojado	Humedal	19	1,0	19,0
Niveles de humedal	Humedal	19	0,3	5,7
Calidad de Aguas in situ	Muestra	5x19=95	0,1	9,5
Calidad de aguas en laboratorio	Muestra	3x19=57	0,5	28,5
Seguimiento de niveles de pozos	pozo	3x19=57	0,1	5,7
Seguimiento de biota acuática	Estación	3x19=57	1,0	57,0
Informe	hp	600	0,05	30,0
			Total	155,4

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 7-24 entrega estimación de costos de una campaña de monitoreo estacional.

Tabla 7-24. Estimación de costo de una campaña de monitoreo estacional

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Instalación y reposición de sensores	Ecosistema acuático	19	152,0	2.888,0
Seguimiento por 30 años	campanas	120	155,4	18.648,0
			Total	21.536,0

Ubicación

Se propone utilizar un conjunto de ecosistemas acuáticos clave (19) como indicadores de la gestión de la hoya aportante, de manera tal que las extracciones y eventuales recargas de acuífero estén destinadas a la mantención de estos cuerpos de agua. En el caso de las recargas, salvo excepciones, se trata de favorecer las recargas naturales de cada zona. Los ecosistemas acuáticos propuestos corresponden a humedales urbanos, cursos y cuerpos de agua dulce destinados a la actividad salmonícola, y un par de ecosistemas de referencia, no intervenidos a la fecha. El listado se presenta a continuación.

A - Humedales urbanos

1. Circuito de humedales Pudeto Bajo (HU-0010)
2. Humedal Gamboa (HU-0083)
3. Humedal Ten Tén (HU-0089)
4. Humedal Estero Quellón (HU-0056)



B - Cursos y cuerpos de agua con actividad salmonícola

5. Estero Huidad
6. Estero Yaldad
7. Estero Compú
8. Estero Oqueldan
9. Estero Pailad
10. Estero Curbita
11. Estero Castro
12. Estero Chuac
13. Estero Tubildad
14. Lago Huillinco
15. Lago Cucao
16. Lago Natri
17. Lago San Antonio

C - Otros de interés y/o referencia

18. Río Chepu
19. Laguna Chaiguata

Plazos de implementación

La iniciativa se espera que se inicie en el corto plazo (antes de 5 años), y que se mantenga en forma permanente.

Organismos Responsables y relacionados

El organismo formulador e implementador de la iniciativa es el Ministerio de Medio Ambiente, con financiamiento del Gobierno Regional.

Beneficiarios

No se identificaron beneficiarios directos. Los beneficiarios indirectos serían aquellos actores que residen o desarrollan actividades relacionadas con estos humedales, o se benefician de sus servicios ecosistémicos; y en un sentido amplio, todos los habitantes del archipiélago.

Seguimiento y control

El seguimiento a la iniciativa está dado por la ejecución de las campañas de monitoreo, y la operatividad de las estaciones de medición de niveles. La mantención de este seguimiento es clave para la operación del acuerdo de gestión de los humedales de la cuenca.



7.1.2.2 ECO 2 – Protección de Ecosistemas Terrestres

Los ecosistemas terrestres representan parte relevante de las componentes del ciclo hidrológico, y su estado determina la capacidad de acumulación de agua a nivel del suelo, las tasas de recarga de los acuíferos, la velocidad de acumulación del agua en episodios de tormenta funciona como barrera o filtro para retener sedimentos y contaminantes, entre otras interacciones beneficiosas.

En consecuencia, se propone una recuperación de los ecosistemas terrestres como elemento clave de una gestión adecuada del ciclo hidrológico y los servicios ecosistémicos asociados.

7.1.2.2.1 ECO 2.1 – Ampliación del programa Paisajes de Conservación de Chiloé

Esta iniciativa responde a las brechas BECO 4 Pérdida y degradación de vegetación terrestre y a BECO 5 Extracción de Turberas y Pomponales

La justificación de la brecha se tiene en la pérdida registrada de vegetación según los instrumentos de seguimiento a nivel nacional, la que alcanzaría a 13.497 ha, y en la pérdida de servicios ecosistémicos en la cuenca, como producción de agua y otros de abastecimiento para las personas.

Objetivo y Origen

El propósito de la medida es la ampliación del proyecto de Paisajes de Conservación de Chiloé a la totalidad del archipiélago.

La medida fue propuesta por el equipo consultor a partir de experiencias previas, como los programas GEF de Paisajes de Conservación de Chiloé.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

Se propone un enfoque de soluciones basadas en la naturaleza para recuperar los servicios ecosistémicos del territorio, particularmente aquellos relacionados con el ciclo hidrológico, de manera que se extienda el programa actual que cubre las comunas de Ancud y Dalcahue, al resto de las comunas e islas del archipiélago.

Además, se propone que este programa realice la coordinación en conjunto con los servicios públicos (CONAF y SAG), de la restauración de vegetación terrestre (ECO 2.2) y recuperación de suelos degradados (ECO 2.2).

También podría ser la plataforma para coordinar el acuerdo de gestión de humedales (ECO 1.1) y su seguimiento (ECO 1.2).



Costo

El proyecto denominado Paisaje de Conservación tuvo un costo de \$600 millones de pesos, y comprendió 2 comunas (Ancud y Dalcahue). Se pretende extender este programa a las 10 comunas de la isla de Chiloé, por lo que el costo será de \$3.000 millones, aproximadamente. En el caso de Ancud y Dalcahue, se trata de una continuación del proyecto original.

Ubicación

El programa ampliado daría cobertura al archipiélago en su totalidad.

Plazos de implementación

La iniciativa se espera que sea implementada en el corto plazo. El acompañamiento previsto es de 5 años.

Organismos Responsables y relacionados

El organismo formulador e implementador es el Ministerio de Medio Ambiente, ya que la iniciativa es una proyección del trabajo del proyecto GEF Paisajes de Conservación de Chiloé. El financiamiento debe provenir del Gobierno Regional.

Beneficiarios

Son beneficiarios indirectos el total de los habitantes del archipiélago, ya que reciben las contribuciones de la naturaleza (servicios ecosistémicos).

Seguimiento y control

El seguimiento a la iniciativa está dado por la cobertura territorial. Se espera llegar al 100% del territorio del archipiélago, incorporando las islas circundantes.

7.1.2.2.2 ECO 2.2 – Estudio para la Protección de fuentes de agua

Esta iniciativa responde a la brecha BECO 4 Pérdida y degradación de vegetación terrestre y a BECO 5 Extracción de Turberas y Pomponales. La justificación de la brecha se tiene en la pérdida registrada de vegetación según los instrumentos de seguimiento a nivel nacional, la que alcanzaría a 13.497 ha, y la presión y conflicto que existe respecto de la extracción de turberas y pomponales.

Objetivo y Origen

El propósito de la medida es identificar las zonas de protección de fuentes de agua dentro de cada cuenca, entendidas como la porción de la cuenca que abastece directamente a puntos de extracción de agua para consumo humano, ecosistemas acuáticos relevantes o actividades productivas.

La medida fue recopilada de las actividades de participación ciudadana.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

La iniciativa corresponde a la realización de un estudio de servicios ecosistémicos del archipiélago, y en particular, de los sectores de cada cuenca que cumplen un rol relevante en el funcionamiento local del ciclo hidrológico, ya sea mediante servicios de aprovisionamiento agua para consumo humano o productivo (servicios de aprovisionamiento), o para la mantención de la calidad de agua y de ecosistemas acuáticos (servicios de regulación).

Para esto se propone un estudio a nivel de archipiélago que identifique:

3. Los puntos de demanda de agua para consumo humano, ecosistemas acuáticos y actividades productivas. Se debe trabajar con el mayor detalle posible, incorporando fuentes de agua para sectores urbanos, para SSR, y de viviendas aisladas en caso de ser posible.
4. La microcuenca o acuífero aportante, y los puntos de recarga o recolección de agua que permiten mantener la oferta de agua en cantidad y calidad
5. Los ecosistemas terrestres y acuáticos que forman parte de cada microcuenca, y su rol en la regulación del ciclo hidrológico a nivel local. En este caso, se debe clasificar los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento y regulación en función de las fuentes identificadas. Se espera que el servicio sea cuantificado.
6. Evaluación económica de la protección de las fuentes de agua en función del servicio ecosistémico asociado. Se propone para revisión la metodología de capital natural.

El estudio debe generar un indicador o cuantificación de los servicios ecosistémicos -con énfasis en la provisión de agua y regulación de calidad- con el propósito de identificar aquellas zonas que debieran contar con algún nivel de protección dentro de futuros instrumentos de planificación territorial, y que en el caso que se encuentren deterioradas, sean incorporadas dentro de las zonas a recuperar consideradas por las iniciativas ECO 2.3 y ECO 2.4. Además, debe servir como insumo para la elaboración de instrumentos de ordenamiento territorial, los Planes de Acción de Cambio Climático y el Plan Estratégico de Recursos Hídricos por Cuenca.

Las etapas de desarrollo son:

- a) Definición de bases de licitación
- b) Elaboración de estudio de protección de fuentes de agua
- c) Difusión del estudio como insumo a otros instrumentos

Costo

Para estimar el costo del estudio, se incluyeron las partidas principales y se estimó el costo de horas profesionales asociada a los estudios a realizar (Tabla 7-26). El costo total del estudio es de \$370 millones de pesos, y una duración de 12 meses.

Tabla 7-25. Estimación de costo de Estudio de Protección de Fuentes de Agua

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (millones de \$)	Costo Total (millones de \$)
Levantamiento de información (actualización mediante imágenes satelitales)	Hp	2.000	0,05	100
Identificación de fuentes de agua	Hp	1.000	0,05	50
Identificación de servicios ecosistémicos	Hp	1.000	0,05	50
Valoración de servicios ecosistémicos	Hp	1.000	0,05	50
Trabajos de terreno y otros costos materiales	mes	12	10	120
Total				370

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

El estudio se debe realizar a nivel de archipiélago.

Plazos de implementación

La iniciativa se espera que sea implementada en el corto plazo, antes de 5 años. El estudio tiene una duración de 12 meses.

Organismos Responsables y relacionados

El organismo formulador e implementador es el Ministerio del Medio Ambiente.

Beneficiarios

Son beneficiarios indirectos el total de los habitantes del archipiélago, ya que reciben las contribuciones de la naturaleza (servicios ecosistémicos).

Seguimiento y control

El seguimiento a la iniciativa está dado por la ejecución del estudio y la difusión de sus resultados.

Los hitos son la licitación del estudio, la aprobación del informe final y su puesta a disposición de otros servicios públicos.



7.1.2.2.3 ECO 2.3 – Restauración de Ecosistemas Terrestres

Esta iniciativa responde a la brecha BECO 4 Pérdida y degradación de vegetación terrestre. La justificación de la brecha se tiene en la pérdida registrada de vegetación según los instrumentos de seguimiento a nivel nacional, la que alcanzaría a 13.497 ha.

Objetivo y Origen

El propósito de la medida es recuperar la cobertura de bosque nativo y matorral arborescente a la superficie estimada en el año 2001, lo que implica realizar acciones para la recuperación al mismo tiempo que se debe controlar los factores de pérdida y degradación de la vegetación.

La medida fue propuesta por el equipo consultor a partir de experiencias previas.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

La iniciativa considera la recuperación de 13.497 ha de vegetación de bosque nativo que se ha perdido en los últimos 20 años en la cuenca, al mismo tiempo que se espera controlar los factores que operan sobre la degradación y deforestación, conteniendo la disminución de la vegetación y recuperando coberturas estimadas para el año 2000.

En particular, se propone recuperar parte de las cabeceras de agua, entendidas como la porción de la cuenca donde se produce la recarga de acuíferos, así como recarga de agua en el suelo. La idea es utilizar el suelo como un almacenamiento temporal de agua, y aprovechar los flujos base.

Se propone como estrategia una restauración pasiva de estos ecosistemas, que requiere de "la determinación, contención o eliminación de los factores limitantes que impiden la regeneración natural y a su vez conocer las condiciones de sitio que aumenten su probabilidad de éxito" (CONAF, 2010)⁵⁰. Para esto, se requiere de una evaluación de aquellos sectores que tienen potencial de restauración (los que no necesariamente deben coincidir con los sectores intervenidos).

Una alternativa a considerar son ecosistemas mixtos, de especies nativas con exóticas, que provean tanto continuidad de los espacios naturales como valor económico para los propietarios.

Las etapas de desarrollo son:

- a) Evaluación de superficies potenciales
- b) Establecimiento de incentivos a la forestación

⁵⁰ CONAF, 2010. "Implementación de un estudio a largo plazo del potencial de restauración pasiva del bosque esclerófilo de Chile central". Proyecto 058/2010

Costo

Para estimar el costo de reforestación de 1,0 ha (que sería el costo máximo), se tomó como referencia el documento: "Evaluación de técnicas pasivas y activas para la recuperación del bosque esclerófilo de Chile central" (Becerra *et al*, 2018) (Tabla 7-26 y Tabla 7-27). El manejo propuesto es básico, pudiendo amplificarse por 3 y hasta 4 veces los costos en función del riego posterior.

Tabla 7-26. Estimación de costo de forestación de 1,0 ha de bosque nativo (referencial)

Partida	\$/planta	Plantas/ha	Total
Costo tratamiento de policarbonato: Incluye compra de plantas, flete plantas, construcción cerco, mantención de cerco perimetral, hoyadura, plantación, aplicación policarbonato	3.438	400	1.375.200
Riego (2 veces por Verano)	2.000	400	800.000
		Total	2.175.200

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7-27. Estimación de costo de restauración de ecosistemas terrestres

Partida	Superficie (ha)	Costo (Millones \$/ha)	Total (Millones \$)
Reforestación / restauración	13.497	2,2	29.693
		Total	29.693

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

La ubicación de la superficie a recuperar es variable, y dependerá de la focalización de los subsidios.

Plazos de implementación

La iniciativa se espera que sea implementada en el mediano plazo. El acompañamiento previsto es de 10 años.

Organismos Responsables y relacionados

El organismo formulador e implementador es la Corporación Nacional Forestal.



Beneficiarios

Son beneficiarios indirectos el total de los habitantes del archipiélago, ya que reciben las contribuciones de la naturaleza (servicios ecosistémicos).

Seguimiento y control

El seguimiento a la iniciativa está dado por el número de iniciativas a escala territorial efectivamente implementadas.

Los hitos son: Evaluación de superficies potenciales y Establecimiento de incentivos a la forestación.

7.1.2.2.4 ECO 2.4 – Recuperación de suelos degradados

Esta iniciativa responde a la brecha BECO 5 Pérdida y degradación del suelo y no se relaciona con otras iniciativas del Plan.

La brecha determinó que el total de la superficie con erosión severa y muy severa es del 7,5% del total de la cuenca (69.042 ha).

Objetivo y Origen

El propósito de la medida es recuperar la superficie de la cuenca que se encuentra en categoría de erosión severa o muy severa, equivalente a 69.042 ha. La medida resulta del proceso de participación ciudadana.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

Se propone la restauración de 17.868 ha de suelos degradados mediante el programa SIRSD del Servicio Agrícola y Ganadero.

La restauración de suelos contribuye a frenar los procesos erosivos, y posteriormente recuperar capas de vegetación, captura de carbono e infiltración de agua, similar al proceso de la fase de restauración pasiva. De esta manera, se favorece el almacenamiento de agua a nivel del suelo, recomponiendo los flujos base del ciclo hidrológico.

El Programa de Recuperación de Suelos Degradados es un instrumento de fomento del Ministerio de Agricultura, establecido por la Ley N°20.412 de 2010 por un lapso de 12 años, contados desde la vigencia de la Ley. El Programa es coordinado por la Subsecretaría de Agricultura y ejecutado por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). Su objetivo es recuperar el potencial productivo de los suelos agropecuarios degradados y mantener los niveles de mejoramiento alcanzado. Está dirigido a todos los productores agrícolas del país (personas naturales o jurídicas), sean propietarios, arrendatarios, comodatarios,



usufructuarios o medieros, que cumplan con los requisitos establecidos en la Ley N°20.412, su reglamento y las bases de sus respectivos concursos públicos.

Si bien es un programa con foco productivo, dentro de las actividades susceptibles de bonificación se encuentra el "Establecimiento de una cubierta vegetal en suelos descubiertos o con cobertura deteriorada: su objetivo es el establecimiento o regeneración de una cubierta vegetal permanente en suelos degradados, así como también mantener los niveles recuperados".

Se espera que en el mediano plazo (10 años), la iniciativa contrarreste la mitad de la brecha identificada, y sirva de modelo de gestión para otros procesos similares.

La iniciativa cuenta con una sola etapa, que consiste en la identificación de propietarios y la entrega de los incentivos para la recuperación de los suelos degradados.

Costo

El costo promedio de las solicitudes de bonificación del SIRSD es de \$195.356/ha⁵¹, por lo que el costo total de la iniciativa para recuperar las 69.042ha degradadas identificadas es de **\$13.463 millones de pesos.**

Ubicación

La ubicación de las superficies a recuperar debe ser definida por la entidad responsable del proyecto, en conjunto con los usuarios interesados.

Plazos de implementación

La iniciativa se espera que sea implementada en el corto y mediano plazo (10 años).

Organismos Responsables y relacionados

El organismo formulador e implementador es el Servicio Agrícola y Ganadero y su programa de Restauración de Suelos Degradados. El financiamiento es público de carácter sectorial.

Beneficiarios

No es posible de ser determinado en este momento.

Seguimiento y control

Para el seguimiento se debe verificar la superficie efectivamente bonificada para la restauración de suelos degradados.

El hito identificado es la entrega de bono de recuperación de suelos degradado.

⁵¹ Informado por profesionales del Servicio Agrícola y Ganadero de la región del Maule, en reunión de coordinación.



7.1.3 Seguridad Hídrica para el Desarrollo Productivo

Las actividades productivas que dependen de la provisión de agua en la cuenca corresponden principalmente al desarrollo agropecuario, el que se da en su mayoría asociado a pequeños productores. La Tabla 7-28 presenta las iniciativas y las brechas a las cuales responden.

Tabla 7-28 Iniciativas de Seguridad Hídrica del Desarrollo Productivo

Iniciativa	Brecha
PRO 1 – Sistemas productivos adaptados al cambio climático	
PRO 1.1 – Mejoras en el acceso al agua en la Agricultura Familiar Campesina	BPRO 1 Seguridad Hídrica para la Agricultura Familiar Campesina

Fuente: Elaboración propia

7.1.3.1 PRO 1 – Sistemas productivos adaptados al cambio climático

El aumento de la seguridad de riego busca, por un lado, disponer de nuevas fuentes de agua o bien aumentar la viabilidad de las fuentes actuales, y por el otro, disminuir la demanda de agua para uso agrícola por aumento en la eficiencia de las aplicaciones (riego).

7.1.3.1.1 PRO 1.1 – Adaptación de la Agricultura Familiar Campesina al Cambio Climático

Esta iniciativa responde a la brecha BPRO 1 Vulnerabilidad de la Agricultura Familiar Campesina. Se estimó que los usuarios que califican dentro del segmento de Agricultura Familiar Campesina corresponden a explotaciones inferiores a 10,0 ha que cuentan con riego gravitacional, los que equivalen a 6.283 usuarios. Se estima que este grupo es altamente vulnerable a las variaciones en la disponibilidad de agua.

Objetivo y Origen

El propósito de la medida es mejorar la seguridad hídrica de los usuarios que califican dentro del segmento de agricultura familiar campesina. La medida es propuesta por el Plan Estratégico.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

La medida consiste en la focalización de la inversión para unidades productivas que califiquen como Agricultura Familiar Campesina, con el propósito de adaptarlos para las variaciones en la oferta de agua que pudieran estar asociadas al cambio climático.



No existen criterios únicos para el establecimiento de un umbral en función de la superficie asociada a pequeños productores, toda vez que se trata principalmente de usuarios multiactivos por lo que la capacidad productiva de cada hectárea de superficie puede variar significativamente. En consecuencia, y con el propósito de contar con una cuantificación preliminar del universo de beneficiarios, se optó por una superficie de referencia de 10,0 ha y que cuenten con riego gravitacional, los que equivalen a 6.283 usuarios.

En consecuencia, se propone un proyecto tipo o de referencia para beneficiar a los pequeños productores, el que considera los siguientes elementos: mejoramiento del pozo o captación, disposición de un estanque para 5.000 m³, invernadero o estructura de protección de cultivos, asociado a un sistema de riego tecnificado.

Sin perjuicio de esta solución, se podría reemplazar por sistemas alternativos enfocados, por ejemplo, en el riego de cultivos tradicionales como ajos, papas, o bien de praderas forrajeras. La solución definitiva dependerá de la implementación de la medida y el trabajo conjunto del servicio responsable y los usuarios.

Costo

El costo promedio por solución es de \$20 millones de pesos, el cual puede variar caso a caso. Si se considera entregar una solución al 25% de los usuarios del segmento (1.571 usuarios), el costo total de la medida es de **\$31.420 millones de pesos** (Tabla 7-29).

Tabla 7-29 Beneficio para la Agricultura Familiar Campesina

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Estanque	ud	1	3,0	3,0
Invernadero o similar	m2	100	0,1	10,0
Riego tecnificado	gl	1	3,0	3,0
Mejoramiento de pozo o captación	gl	1	4,0	4,0
Total				20,0

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

No existe una ubicación definida, ya que los usuarios se distribuyen en toda la cuenca.

Plazos de implementación

La iniciativa se espera que sea implementada en el mediano plazo (10 años).

Organismos Responsables y relacionados

El organismo formulador e implementador es el Instituto de Desarrollo Agropecuario. El financiamiento es público y de carácter sectorial.



Beneficiarios

El beneficio está pensado para 1.571 usuarios de la cuenca.

Seguimiento y control

El seguimiento de la iniciativa corresponde a la verificación del número de beneficiarios que efectivamente recibieron apoyo para la implementación de una solución predial.

7.1.4 Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos

La seguridad hídrica frente a eventos extremos se puede llevar a cabo por medio de dos vías, con medidas apuntando a la adaptación al nuevo escenario hídrico, con una menor oferta de precipitaciones, caudal, y aumento de temperaturas. Por otro lado, también se pueden adoptar/implementar estrategias orientadas a mitigar los efectos de eventos extremos como las sequías. En este contexto, se pueden plantear medidas para el incremento/mantenimiento de la oferta de agua, como la implementación de baterías de pozos de emergencia como en la cuenca del Río Aconcagua para eventos de sequía (Tabla 7-30).

Tabla 7-30 Iniciativas de Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos

Iniciativa	Brecha
EXT 1 – Adaptación a condición permanente de escasez	
EXT 1.1 – Profundizar la adaptación a condición permanente de escasez	BEXT 1 Insuficiencia de mecanismos de respuesta ante la escasez hídrica

Fuente: Elaboración propia

7.1.4.1 EXT 1 – Adaptación a condición permanente de escasez

7.1.4.1.1 EXT 1.1 – Propuesta de Instrumentos de adaptación a condición permanente de escasez

Esta iniciativa responde a la brecha BEXT 1 Insuficiencia de mecanismos de respuesta ante la escasez hídrica.

La brecha señala que, por primera vez, en el año 2021, todas las comunas de la cuenca se encontraron bajo escasez hídrica. Las proyecciones de cambio climático señalan que esta condición pudiera ser permanente, por lo que se requieren instrumentos de control de tipo preventivos, y no reactivos.



Objetivo y Origen

El propósito de la medida es el desarrollo de instrumentos de adaptación a la condición de escasez que es posible que se vuelva una condición permanente en el archipiélago. La medida es propuesta por el Plan Estratégico.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

La medida consiste en la propuesta de instrumentos permanentes de adaptación a la condición de escasez. En otras regiones, tras una década de emergencia hídrica y pérdida de fuentes naturales, la producción agrícola se ha ido adaptando a esta situación (en parte sobre la base de mala adaptación, que en este caso corresponde al uso irregular de las aguas subterráneas), por lo que en parte se ha descapitalizado (en distintas dimensiones, humana, económica e incluso a nivel de capital natural), y las acciones de adaptación deben partir desde esta nueva normalidad.

En este caso, se dispone de tiempo y la experiencia del resto del territorio, por lo que se requiere un plan de adaptación a las nuevas condiciones climáticas. Para esto, se propone el desarrollo de un estudio de la nueva normalidad, su proyección en el tiempo, y que se redefinan las políticas locales de apoyo a los actores locales -no solo en el ámbito productivo- con el propósito de enfocarse en la resiliencia, desarrollo de capacidades de adaptación y corrección de vulnerabilidades.

En este caso, se propone poner énfasis en los instrumentos de tipo preventivo, y no en los instrumentos reactivos (como los subsidios que se producen una vez que se decreta emergencia agrícola). Es particularmente relevante que exista una coordinación entre los instrumentos sectoriales (como el presente Plan), y los Planes de Acción a nivel comunal, regional y nacional, y finalmente con la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP). El detalle de instrumentos e instituciones para la implementación de la Ley Marco de Cambio Climático se presenta en el numeral 10.2 de este documento.

Dentro de la ECLP, destaca dentro del Sector Silvoagropecuario el Objetivo 4: Disminuir la vulnerabilidad y generar resiliencia en el sector silvoagropecuario, potenciando la implementación de medidas de adaptación al cambio climático, para contribuir a la seguridad alimentaria. Al respecto, las Metas 4.1, 4.2 y 4.3 se relacionan directamente con este tema:

Meta 4.1: Implementar el Plan de Adaptación al cambio climático del sector silvoagropecuario 2023-2027

Meta 4.2: Al 2025, elaborar y monitorear indicadores para la adaptación del Sector Silvoagropecuario.



Meta 4.3: Al 2025, diseñar el Plan de acción de recursos hídricos de los servicios MINAGRI que considere un enfoque en cambio climático en coordinación con el Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio del Medio Ambiente.

En complemento a la estrategia sectorial, la revisión propuesta sobre el instrumento debe aportar a los Planes de Acción Regional (PARCC) y Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC), con el propósito de que estos incorporen un enfoque de proporcionalidad al impacto acumulativo de las sucesivas declaraciones de escasez hídrica. Particularmente, la forma de implementación pudiera abordarse a nivel regional (con los CORECC), o bien a nivel comunal, a través de las mesas territoriales de acción por el clima.

Costo

Según se tiene de la Tabla 7-31, se estimó el costo de la iniciativa en **\$250 millones de pesos** y una duración de 18 meses.

Tabla 7-31. Estudio de eficacia de instrumentos de gestión de eventos extremos

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Diagnóstico BREVE de la situación actual	hp	1.000	0,05	50
Evaluación de vulnerabilidades y necesidades de adaptación	hp	1.000	0,05	50
Evaluación de la efectividad de los instrumentos preventivos (pre crisis)	Hp	1.000	0,05	50
Evaluación de la efectividad de los instrumentos reactivos (post crisis)	hp	1.000	0,05	50
Propuesta de ajuste a los instrumentos de gestión de la adaptación	Hp	1.000	0,05	50
Total				250

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

La medida se realiza a nivel de cuenca.

Plazos de implementación

La iniciativa se espera que sea implementada en el corto plazo (5 años).



Organismos Responsables y relacionados

La institución responsable es el Gobierno Regional, y el financiamiento es regional.

Beneficiarios

No aplica en forma directa. En forma indirecta beneficia a los pequeños productores de la isla.

Seguimiento y control

El seguimiento consiste en la verificación de la ejecución del estudio correspondiente.

7.1.5 Gestión Institucional

La gestión institucional apunta principalmente, aunque no en forma exclusiva, a las acciones e iniciativas que son responsabilidad de la Dirección General de Aguas. Se abordó aspectos de información sobre los recursos hídricos, fiscalización, y relación con las Organizaciones de Usuarios de Agua. En la Tabla 7-32 se presenta las líneas de acción e iniciativas asociadas.

Tabla 7-32. Iniciativas de Gestión institucional

Iniciativa	Brecha
GES 1 - Generación de Información	
GES 1.1 - Determinación de caudal ecológico y ambiental en humedales de la cuenca	BGES 1 Deficiencias en la generación y análisis de información hidrológica
GES 1.2 - Nuevas estaciones de la Red Hidrométrica	BGES 1 Deficiencias en la generación y análisis de información hidrológica
GES 2 - Derechos de Aprovechamiento de Agua	
GES 2.1 - Saneamiento de derechos de aprovechamiento de aguas	BGES 2 Deficiencias en el estado de los Derechos de Aprovechamiento de Agua
GES 3 - Fiscalización	
GES 3.1 - Mejoras en las capacidades de fiscalización	BGES 3 Deficiencias en la fiscalización de usos irregulares del agua

Fuente: Elaboración propia



7.1.5.1 GES 1: Generación de Información

Esta Línea de Acción contiene iniciativas asociadas a la generación de información específica, adicional y complementaria a la que se dispone actualmente a nivel regional. Las fuentes correspondientes son tanto nuevas estaciones de medición en terreno, como coordinación interna, y estudios específicos.

7.1.5.1.1 GES 1.1 – Determinación de caudal ecológico y ambiental en humedales de la cuenca

Esta iniciativa responde a la brecha BGES 1 Deficiencias en la generación y análisis de información hidrológica. La brecha señala que no se dispone de información necesaria sobre los caudales ecológicos en los humedales de la cuenca, requeridos para la aplicación del artículo 129 bis 1 del Código de Aguas.

Objetivo y Origen

El propósito de la medida es el desarrollo de un estudio técnico que establezca los caudales ecológicos -si corresponde- y la interacción río acuífero en 20 humedales relevantes de la cuenca. La iniciativa surge a partir del trabajo con la Dirección General de Aguas regional.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

Se propone un estudio técnico que establezca los caudales ecológicos -si corresponde- y la interacción río acuífero en 20 humedales relevantes de la cuenca.

Para esto se requiere un análisis detallado de las precipitaciones y los caudales observados en cada acuífero. Se propone una evaluación de la calidad de las aguas y la proporción de aguas superficiales y subterráneas en el espejo de agua de cada humedal.

Costo

Según se tiene de la Tabla 7-33, se estimó el costo de la iniciativa en **\$300 millones de pesos** y una duración de 24 meses.

Tabla 7-33. Estudio de Caudal Ecológico en humedales costeros

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Estudio de caudales superficiales	hp	2.000	0,05	100
Interacción río acuífero	hp	2.000	0,05	100
Estimación de caudales ecológicos / ambientales	Hp	2.000	0,05	100
			Total	300

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

La ubicación corresponde a los siguientes humedales. Se espera que se amplíe el listado en el tiempo.

- Circuito de humedales Pudeto
- Río Chepu
- Sistema Huillinco - Cucao
- Humedal Gamboa
- Humedal Ten Tén
- Laguna Chaiguata
- Humedal Estero Quellón

Plazos de implementación

La iniciativa se espera que sea implementada en el corto plazo (5 años).

Organismos Responsables y relacionados

La institución responsable es el departamento de Conservación de protección de los recursos Hídricos (DCyPRH) de la Dirección General de Aguas.

Beneficiarios

En forma indirecta beneficia a todos los usuarios relacionados con los humedales estudiados.

Seguimiento y control

El seguimiento consiste en la verificación de la ejecución del estudio correspondiente.

7.1.5.1.2GES 1.2 – Nuevas Estaciones de la Red Hidrométrica

Esta iniciativa responde a la brecha BGES 1 Deficiencias en la generación y análisis de información hidrológica e hidrogeológica.



La brecha se justifica en la falta de información que se tiene para distintos componentes del ciclo hidrológico y fuentes naturales de la cuenca.

Objetivo y Origen

El propósito de la medida es aumentar el conocimiento hidrológico e hidrogeológico del archipiélago mediante la instalación de nuevas estaciones de la red hidrométrica.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

Se propone la instalación de 2 estaciones meteorológicas, 6 estaciones fluviométricas y 5 estaciones de niveles de pozos.

Estaciones meteorológicas

Se propone una estación meteorológica adicional en el sector sur oeste de la isla (Parque Tantauco), así como una estación en alguna de las islas del archipiélago.

Estaciones fluviométricas

Se propone que cada curso de agua que abastezca a una ciudad cuente con una estación fluviométrica, además de otros cursos relevantes desde el punto de vista ecosistémico.

En este sentido, sería necesario agregar estaciones fluviométricas asociadas a las localidades de Dalcahue, Castro, Chonchi y Quellón. (Ancud ya se encuentra medido, y el abastecimiento de Achao es subterráneo).

Adicionalmente se propone estaciones de seguimiento para el río Chepu y el sistema Huillinco Cucao.

En total se proponen 6 nuevas estaciones.

Niveles de pozos

Se propone la instalación de 5 pozos de seguimiento de niveles de aguas subterráneas en los SHAC de Ancud, Castro, Chepu, Huillinco y Quellón, los que permitan comprender la evolución de las aguas subterráneas y su relación con los humedales costeros.

Costo

Según se tiene de la Tabla 7-34, se estimó el costo de la iniciativa en **\$660 millones de pesos**.



Tabla 7-34. Nuevas Estaciones de la Red Hidrométrica

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Estacione meteorológicas	estación	2	20	40
Estaciones fluviométricas	estación	6	30	120
Niveles de pozos	pozo	5	100	500
			Total	660

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

Las estaciones se distribuyen dentro del archipiélago.

Plazos de implementación

La iniciativa se espera que sea implementada en el mediano plazo (10 años).

Organismos Responsables y relacionados

La institución responsable es la unidad de Hidrología de la Dirección General de Aguas regional, el financiamiento es sectorial.

Beneficiarios

No se identificó beneficiarios directos. Son beneficiarios indirectos todos los habitantes del archipiélago.

Seguimiento y control

El seguimiento consiste en la verificación de la instalación de los pozos de monitoreo.

7.1.5.2 GES 2: Derechos de Aprovechamiento de Agua

7.1.5.2.1 GES 2.1 –Saneamiento y regularización de derechos de aprovechamiento de aguas

Esta iniciativa responde a la brecha BGES 2 Deficiencias en el estado de los derechos de aprovechamiento de agua y se relaciona con PRO 2.1, Regularización de Derechos de Aprovechamiento de Agua.

La brecha se justifica en los elevados niveles de desconocimiento sobre los derechos de aprovechamiento de agua, y los trámites administrativos y legales asociados, sobre todo en un contexto de cambio normativo.



Objetivo y Origen

El propósito de la medida es promover un mejoramiento de la situación legal de los derechos de aprovechamiento de agua de la cuenca mediante un programa de difusión, que informe sobre las modificaciones al Código de Aguas y la necesidad de regularizar los derechos no inscritos o de uso irregular.

La iniciativa surge a partir del trabajo con la Dirección General de Aguas regional.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

La medida tiene dos partes principales.

- **Programa de saneamiento y regularización de derechos de aprovechamiento de agua:** una campaña o proceso de saneamiento y regularización de títulos y así apoyar a los usuarios en la regularización de derechos de aprovechamiento de aguas a nivel de cuenca. Actualmente se cuenta con 2.340 derechos inscritos en la cuenca, y en forma muy preliminar se estima que la cifra pudiera ser un 20% superior. Es decir, se deben incorporar 468 nuevos derechos. Para esto se propone la contratación de una consultoría o programa de apoyo al saneamiento y regularización de derechos de aprovechamiento de agua.
- **Campaña de difusión:** las modificaciones legales que ha experimentado el Código de Aguas hacen necesario que se realice una difusión de los alcances de la reforma al CDA, ya que existe un gran desconocimiento por parte de los usuarios en el deber que tienen de terminar con el proceso de inscripción de su derecho, ya que muchos consideran la Resolución aprobatoria como producto final en la tramitación de sus solicitudes y no contemplan la inscripción conservatoria y posterior registro en el Catastro Público de Aguas. Esta campaña de difusión debe considerar la elaboración de material impreso, difusión radial, cápsulas de video informativas para distribuir por redes sociales y la realización de a lo menos unos 4 seminarios en localidades relevantes (Ancud, Castro, Queilén y Quellón).

Costo

Según se tiene de las Tabla 7-35 y Tabla 7-36, se estimó el costo de la iniciativa en **\$379,8 millones de pesos** y una duración de 24 meses.

Tabla 7-35. Programa de Inscripción de derechos de aprovechamiento

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Catastro de derechos en CBR	Hp	600	0,05	30,0
Catastro de usuarios en el territorio	Hp	2.000	0,05	100,0
Coordinación de inscripciones	Hp	2.340	0,05	117,0
Costos legales y administrativos	Daa	468	0,1	46,8
Costos Operacionales	mes	24	2	48,0
			Total	341,8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7-36. Campaña de Difusión

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Material gráfico (trípticos)	tríptico	1.000	0,001	1,0
Material para redes sociales (videos)	Video	5	4,0	20,0
Radiodifusión	Menciones	1.000	0,005	5,0
Seminarios de difusión	Seminario	4	3,0	12,0
			Total	38,0

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

La medida aplica a todo el archipiélago.

Plazos de implementación

La iniciativa se espera que sea implementada en el corto plazo (5 años).

Organismos Responsables y relacionados

La institución responsable es la Dirección General de Aguas regional, y se espera que la iniciativa sea financiada por el Gobierno Regional.

Beneficiarios

468 beneficiarios de los derechos inscritos (referencial).

Seguimiento y control

El seguimiento consiste en la verificación de la ejecución de la campaña de información.



7.1.5.3 GES 3: Fiscalización

7.1.5.3.1 GES 3.1 – Mejoras en las capacidades de fiscalización

Esta iniciativa responde a la brecha BGES 3 Deficiencias en la fiscalización de usos irregulares del agua.

La brecha se justifica en la necesidad de aumentar las capacidades de fiscalización y la coordinación con otros actores locales.

Objetivo y Origen

El propósito de la medida es mejorar las capacidades de fiscalización a nivel regional mediante a través de estudios de demanda y autorizaciones de uso, así como mediante una mejor coordinación con otros actores locales.

La iniciativa surge a partir del trabajo con la Dirección General de Aguas regional.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

La medida consta de dos partes. Por un lado, se propone potenciar el plan de fiscalización que actualmente Fiscalización NC está aplicando sobre la base de información recopilada desde fuentes satelitales que permite identificar ciertos parámetros de interés. Lo anterior, permite contar eventualmente con mayores antecedentes sobre inconsistencias entre los usos del agua y las autorizaciones respectivas y dirigir los procesos de fiscalización en forma preventiva.

El estudio de demanda particularmente demanda agrícola, consiste en la identificación de superficies que se encuentren potencialmente bajo riego, en temporada estival, y que no estén asociadas a derechos de aprovechamiento de agua otorgados, superficiales o subterráneos. Para identificar estas superficies, se propone realizar evaluaciones en un par de estaciones del año, particularmente en primavera verano, para observar las tendencias del entorno y las de los predios particulares que pudieran contar con riego. La evaluación se debe realizar a partir de imágenes satelitales, y la métrica de comparación es el NDVI⁵². En resumen, aquellas zonas con riego aparente en verano y sin derechos asociados, es probable que utilicen agua en forma irregular.

En complemento, se propone capacitar a los municipios y a otras entidades gubernamentales en temas relacionados con fiscalización, lo anterior, puesto que generalmente estos temas son conversados telefónicamente con los encargados de

⁵² El Índice de vegetación de diferencia normalizada, también conocido como NDVI por sus siglas en inglés, es un índice usado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base a la medición, por medio de sensores remotos instalados comúnmente desde una plataforma espacial, de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja.



medioambiente o aseo y ornato de los diferentes municipios, y estos no disponen de una estructura de conocimiento o de una "lista de chequeo" que les permita verificar si se cuenta con los antecedentes para una denuncia efectiva.

Costo

Según se tiene de la Tabla 7-37, se estimó el costo de la iniciativa en **\$120 millones de pesos** y una duración de 6 meses.

Tabla 7-37. Estudio de usos del agua

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Estudio de usos del agua y autorizaciones	hp	2.000	0,05	100
Capacitación a municipios y otros organismos	hp	200	0,05	10
Elaboración de material de difusión	gl	2	5	10
Total				120

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

La medida aplica a todo el archipiélago.

Plazos de implementación

La iniciativa se espera que sea implementada en el corto plazo (5 años).

Organismos Responsables y relacionados

La institución responsable es la Unidad de Fiscalización de la Dirección General de Aguas.

Beneficiarios

Son beneficiarios indirectos todos los habitantes del archipiélago.

Seguimiento y control

El seguimiento consiste en la verificación de la ejecución del estudio correspondiente y de las jornadas de capacitación.

7.1.6 Gobernanza

La gobernanza se refiere a la forma de organización de los actores públicos y privados, con el propósito de implementar una gestión integrada de recursos hídricos en la cuenca.

En particular, esta gobernanza es responsable de liderar, coordinar y ejecutar las acciones contenidas en el presente Plan Estratégico.

A continuación, en la Tabla 7-38 se presenta las iniciativas requeridas para conformar una gobernanza en la cuenca.

Tabla 7-38 Iniciativas de Gobernanza

Iniciativa	Brecha
GOB 1 - Implementación de una Gobernanza de Recursos Hídricos	
GOB 1.1 - Implementación de una estructura de gobernanza de recursos hídricos para la cuenca	BGOB 1 Insuficiencia de las estructuras actuales para dar cuenta de la complejidad de los problemas de la cuenca
GOB 1.2 - Implementación de una Secretaría Técnica permanente	BGOB 1 Insuficiencia de las estructuras actuales para dar cuenta de la complejidad de los problemas de la cuenca
GOB 2 - Implementación de una Gobernanza Local de Recursos Hídricos	
GOB 2.1 – Fortalecimiento de la Gestión hídrica municipal	BGOB 1 Insuficiencia de las estructuras actuales para dar cuenta de la complejidad de los problemas de la cuenca

Fuente: Elaboración propia

7.1.6.1 GOB 1 - Implementación de una estructura de Gobernanza de Recursos Hídricos

La implementación del Plan Estratégico a nivel de cuenca requiere de una gobernanza que sea capaz de conducirlo, ajustarlo a las condiciones variables de ejecución, y sobre todo, gestionar el financiamiento requerido para su implementación.

7.1.6.1.1 GOB 1.1 - Implementación de una estructura de gobernanza de recursos hídricos para la cuenca

Esta iniciativa responde a la brecha BGOB 1 Insuficiencia de las estructuras actuales para dar cuenta de la complejidad de los problemas de la cuenca.

La brecha señala que la articulación de todos actores de la cuenca en pos de un objetivo común (y la propia definición de este objetivo) requiere de una instancia que coordine entre actores públicos y privados para la gobernanza de la cuenca, realice el seguimiento al cumplimiento de los indicadores y compromisos, y gestione el financiamiento y respaldo político para su implementación. No existe esta articulación en la cuenca.



Dentro de la gobernanza se debe realizar un reconocimiento explícito a las comunidades indígenas del archipiélago, sobre todo desde la aproximación que ellos tienen sobre las fuentes naturales de agua.

Objetivo y Origen

El propósito de la iniciativa es proponer un sistema de gobernanza para la cuenca, que permita conducir la toma de decisiones para la gestión, definición de una visión conjunta, una estrategia, y la implementación y actualización de esta.

La iniciativa surge a partir del trabajo del equipo Consultor.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

Para esto, se propone la implementación de un sistema de gobernanza del agua para la cuenca. La estructura propuesta consta de los siguientes estamentos:

- **1 Consejo de Cuenca**, compuesto por usuarios del agua, la sociedad civil organizada, gobierno local y gobierno central
- **4 Comités de Seguridad Hídrica** para los ejes de personas, ecosistemas, actividades productivas y eventos extremos
- **1 Secretaría Técnica** que de sustento técnico y continuidad operacional a la gobernanza

Para la implementación de la gobernanza se propone una primera fase o "Gobernanza de Partida", la que cuente con un reglamento básico de operación, y que se proponga la definición de un reglamento en régimen antes de 5 años de la operación. El numeral 8.2.2 desarrolla el rol de cada una de las entidades propuestas.

Se propone la realización de un programa de apoyo inicial, para el establecimiento de la gobernanza, con el siguiente alcance:

1. Definición de roles de cada uno de los actores
2. Definición de reglamento inicial
3. Revisión del Plan Estratégico
4. Definición de metas estratégicas
5. Constitución de Comités de Seguridad Hídrica
6. Definición de metas específicas por Comités de Seguridad Hídrica
7. Definición de sistemas de información y reportabilidad

Costo

Según se tiene de la Tabla 7-39, se estimó el costo de la iniciativa en **\$148 millones de pesos** y una duración de 12 meses.



Tabla 7-39. Estimación del programa de apoyo para instalar la estructura de gobernanza

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Trabajo de coordinación del Programa de apoyo	hp	1.000	0,05	50
Reuniones de trabajo	Reunión	10	2	20
Difusión	Campaña	2	5	10
Formalización de acuerdos	hp	1.000	0,05	50
Costos operacionales y de difusión	mes	6	3	18
Total				148

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

La medida se implementa a nivel de archipiélago.

Plazos de implementación

La iniciativa se espera que sea implementada en el corto plazo (5 años).

Organismos Responsables y relacionados

La institución responsable es la Dirección General de Aguas regional, y se espera que la iniciativa sea financiada por el Gobierno Regional.

Beneficiarios

La medida beneficia en forma indirecta a todos los habitantes del archipiélago.

Seguimiento y control

La meta asociada es la instalación del Consejo de Cuenca, y el indicador de proceso es la ejecución del programa de apoyo con la obtención del acuerdo para un sistema de gobernanza de partida.

7.1.6.1.2 GOB 1.2 - Implementación de una Secretaría Técnica permanente

Esta iniciativa responde a la brecha BGOB 1 Insuficiencia de las estructuras actuales para dar cuenta de la complejidad de los problemas de la cuenca.

La brecha señala que la articulación de todos actores de la cuenca en pos de un objetivo común (y la propia definición de este objetivo) requiere de una instancia que coordine entre actores públicos y privados para la gobernanza de la cuenca, realice el seguimiento



al cumplimiento de los indicadores y compromisos, y gestione el financiamiento y respaldo político para su implementación. No existe esta articulación en la cuenca.

Objetivo y Origen

El propósito de la iniciativa es proponer un apoyo técnico que de sustento y continuidad al sistema de gobernanza de la cuenca.

La iniciativa surge a partir del trabajo del equipo Consultor.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

Para esto, se propone la implementación de una Secretaría Técnica permanente, que dé soporte técnico a la gobernanza de la cuenca. Esta Secretaría tiene los siguientes alcances:

- a) **Continuidad operacional de la gobernanza:** convocatoria de reuniones, minutas de reuniones, seguimiento a compromisos adquiridos.
- b) **Estudios técnicos básicos:** Elaboración de estudios técnicos, recopilación de estadísticas regionales, consolidación de información.
- c) **Actualización del modelo hidrológico e hidrogeológico:** actualizaciones específicas o seccionales del modelo, evaluación de escenarios de gestión, proyecciones de temporada operacional.
- d) **Contraparte técnica de estudios locales:** ser parte de los equipos técnicos revisores de otras iniciativas de estudio de recursos hídricos dentro de la cuenca.
- e) **Acompañamiento al funcionamiento de Comités de Seguridad Hídrica:** acompañamiento a reuniones, generación de información, análisis técnico, seguimiento al cumplimiento de compromisos y metas.
- f) **Redes y alianzas:** generación de redes locales, regionales, nacionales e internacionales para el desarrollo de la cuenca.
- g) **Representación y comunicación:** difusión de las actividades de la gobernanza, publicación de artículos técnicos y entrevistas, participación en actividades y seminarios.
- h) **Reportabilidad:** generación de reportes anuales de seguimiento a los indicadores de la cuenca. Elaboración de una memoria anual de la gobernanza.

La estructura profesional de la Secretaría Técnica propuesta es la siguiente:

- a) **Secretario/a:** responsable de la conducción de la Secretaría y su relación con los actores de la gobernanza. Define los lineamientos técnicos y estratégicos dentro de su ámbito de acción.
- b) **Coordinador/a territorial:** profesional local, que se encarga de mantener la continuidad en las relaciones, reuniones y compromisos de cada Comités de

Seguridad Hídrica y del Consejo de Cuenca. Participa en actividades de carácter territorial.

- c) **Equipo de asesores:** asesores senior en gestión de recursos hídricos superficiales, subterráneos, materias legales, ambientales y sociales.
- d) **Equipo de ingenieros/as:** equipo permanente de ingenieros/as que mantienen los modelos hidrológicos, hidrogeológicos, y forma parte de la contraparte técnica de estudios locales.

Costo

La Tabla 7-40 presenta un desglose de los costos asociados a la Secretaría Técnica. Se presentan a nivel referencial.

Tabla 7-40. Estimación de costo de operación de la Secretaría Técnica

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Secretario	mes	12	3,0	36
Coordinador territorial	mes	12	2,0	24
Asesores	mes	12	2,0	24
Profesionales	mes	36	2,0	72
Oficina	mes	12	2,0	24
Costo operacional	mes	12	1,0	12
Difusión	gl	2	5,0	10
Total				202

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

La medida se implementa a nivel de archipiélago.

Plazos de implementación

La iniciativa se espera que sea implementada en el corto plazo (5 años).

Organismos Responsables y relacionados

La institución responsable es la Dirección General de Aguas regional, y se espera que la iniciativa sea financiada por el Gobierno Regional.

Beneficiarios

La medida beneficia en forma indirecta a todos los habitantes del archipiélago.

Seguimiento y control

La meta asociada es la instalación de la Secretaría Técnica, y el indicador de proceso es el número de años que esta se encuentra operativa.



7.1.6.2 GOB 2 – Fortalecimiento de la Gestión hídrica Local

7.1.6.2.1 GOB 2.1 – Fortalecimiento de la Gestión hídrica Municipal

Esta iniciativa responde a la brecha BGOB 1 Insuficiencia de las estructuras actuales para dar cuenta de la complejidad de los problemas de la cuenca.

La brecha señala que los sistemas de gobernanza en revisión tienden al centralismo, a una organización jerárquica, donde la multiplicidad de condiciones presentes en la isla se tiende a diluir. En este contexto en particular, la gestión no puede ser vista solo desde arriba hacia abajo, sino que también desde abajo hacia arriba, enfoque desde el cual los municipios juegan un rol clave.

Objetivo y Origen

El propósito de la iniciativa es proponer una coordinación provincial de oficinas hídricas, para construir al establecimiento de objetivos comunes, buenas prácticas, coordinaciones y gestión del conocimiento para la implementación de un enfoque “desde abajo hacia arriba” en las soluciones para la seguridad hídrica.

La iniciativa surge en las actividades de participación ciudadana.

Descripción de la medida e impacto sobre la brecha

Se propone implementar un programa de apoyo para la constitución de oficinas hídricas comunales, que bien pueden ser ambientales dado que se trata de materias relacionadas, con el propósito que desde los municipios se realice la gestión local requerida, por ejemplo, para la implementación de las redes participativas de agua, soluciones para edificios públicos y soluciones individuales contenidas en PER 1.2; así como PRO 1.1 – Mejoras en el acceso al agua en la Agricultura Familiar Campesina y los 1.571 agricultores a los que se pretende llegar.

En estas iniciativas, solo por nombrar un par, existen claras sinergias y superposiciones, en tanto los beneficiarios de una pueden ser beneficiarios de la otra. En consecuencia, la única posibilidad concreta para coordinar esta implementación es con la participación activa de los municipios.

En particular se propone como idea a desarrollar la implementación de una Ventanilla Hídrica Comunal, como un punto que centralice las necesidades de apoyo de las personas desde el punto de vista de la seguridad hídrica, y que luego las canalice con los distintos servicios públicos e instancias regionales que cuenten con programas, financiamiento, asesoría técnica o tareas administrativas. De esta forma, esta Ventanilla puede resolver las superposiciones, los vacíos, y sobre todo la brecha de información que tienen los usuarios respecto de los recursos hídricos.



Para la implementación de este programa, se propone la contratación de un coordinador intermunicipal, que haga las veces de secretario técnico, el que pueda realizar el trabajo de coordinación entre municipios y servicios públicos. Se propone una experiencia piloto, pero que a lo menos tenga una duración de 5 años.

Costo

Según se tiene de la Tabla 7-41, se estimó el costo de la iniciativa en **\$240 millones de pesos** y una duración de 60 meses.

Tabla 7-41. Estimación de costo del Fortalecimiento de la Gestión Hídrica Municipal

Partida	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Millones de \$)	Costo Total (Millones de \$)
Coordinador de Gestión Hídrica	mes	60	3	180
Gastos operacionales	mes	60	1	60
			Total	240

Fuente: Elaboración propia

Ubicación

La medida se implementa a nivel de archipiélago.

Plazos de implementación

La iniciativa se espera que sea implementada en el corto plazo (5 años).

Organismos Responsables y relacionados

La institución responsable es la Dirección General de Aguas regional, y se espera que la iniciativa sea financiada por el Gobierno Regional.

Beneficiarios

La medida beneficia en forma indirecta a todos los habitantes del archipiélago.

Seguimiento y control

Años de funcionamiento de la figura del Coordinador de Gestión Hídrica Comunal.

7.2 Alternativas seleccionadas

El numeral anterior presenta el proceso de evaluación de cada una de las alternativas seleccionadas, las que fueron priorizadas mediante la metodología de árbol de soluciones. En consecuencia, en la Tabla 7-42 se presenta la cartera de iniciativas propuestas en formato de ficha, para cada uno de los seis ejes estratégicos de planificación: Balance, Seguridad Hídrica (para las personas, ecosistemas, actividades productivas, eventos extremos, gestión institucional y gobernanza).

Tabla 7-42. Alternativas Priorizadas y Seleccionadas

Eje	Línea de Acción	Iniciativa	Costo (UF)	Organismo Formulador	Organismo Financiero
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 1 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Urbana	PER 1.1 - Planes de Desarrollo Urbano	5.235.507	Empresa Sanitaria	Empresa Sanitaria
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 1 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Urbana	PER 1.2 - Estudio de obras de acumulación de agua para consumo humano	4.780	Empresa Sanitaria	Empresa Sanitaria
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	PER 2.1 - Capacitación y Acreditación de dirigentes, administradores y operadores	33.893	DOH SSR	DOH SSR
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	PER 2.2 - Profesionalización de los SSR	150.635	DOH SSR	DOH SSR
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	PER 2.3 - Acreditación de SSR que no están bajo dependencia MOP	2.390	DOH SSR	DOH SSR
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	PER 2.4 - Apoyo para la elaboración del Planes de Inversión y de Mantención Preventiva	86.905	DOH SSR	DOH SSR
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	PER 2.5 - Sistema de información para los Servicios Sanitarios Rurales	17.381	DOH SSR	DOH SSR
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	PER 2.6 - Instalación de Telemetría en los Servicios Sanitarios Rurales	27.506	DOH SSR	DOH SSR
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	PER 2.7 - Aumento de la cobertura de agua potable en sectores rurales por arranques pendientes	384.369	DOH SSR	DOH SSR
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	PER 2.8 - Aumento en la cobertura de Saneamiento Rural	2.141.340	DOH SSR	DOH SSR



Eje	Línea de Acción	Iniciativa	Costo (UF)	Organismo Formulador	Organismo Financiero
01 Seguridad Hídrica para las Personas	PER 3 - Seguridad Hídrica para Viviendas desconectadas de las redes públicas de agua	PER 3.1 - Seguridad hídrica para viviendas desconectadas de las Redes Públicas de Agua	682.784	Gobierno Regional	Gobierno Regional
02 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	ECO 1 - Protección de Humedales	ECO 1.1 - Acuerdo de Gestión de Ecosistemas Acuáticos	13.615	MMA	Gobierno Regional
02 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	ECO 1 - Protección de Humedales	ECO 1.2 - Programa de Seguimiento de Ecosistemas Acuáticos	623.862	MMA	Gobierno Regional
02 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	ECO 2 - Protección de Ecosistemas Terrestres	ECO 2.1 - Ampliación del programa Paisajes de Conservación de Chiloé	86.905	MMA	Gobierno Regional
02 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	ECO 2 - Protección de Ecosistemas Terrestres	ECO 2.2 - Estudio para la Protección de fuentes de agua	10.718	MMA	Gobierno Regional
02 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	ECO 2 - Protección de Ecosistemas Terrestres	ECO 2.3 - Restauración de ecosistemas terrestres	860.169	CONAF	CONAF
02 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	ECO 2 - Protección de Ecosistemas Terrestres	ECO 2.4 - Recuperación de suelos degradados	390.006	SAG	SAG
03 Seguridad Hídrica para el Desarrollo Productivo	PRO 1 - Sistemas productivos adaptados al cambio climático	PRO 1.1 - Adaptación de la Agricultura Familiar Campesina al cambio climático	910.185	INDAP	INDAP
04 Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos	EXT 1 - Reducción de la exposición ante incendios forestales	EXT 1.1 - Propuesta de Instrumentos de adaptación a condición permanente de escasez	7.242	Gobierno Regional	Gobierno Regional
05 Gestión Institucional	GES 1 - Generación de Información	GES 1.1 - Determinación de caudal ecológico y ambiental en humedales de la cuenca	8.691	DGA Hidrología	Gobierno Regional



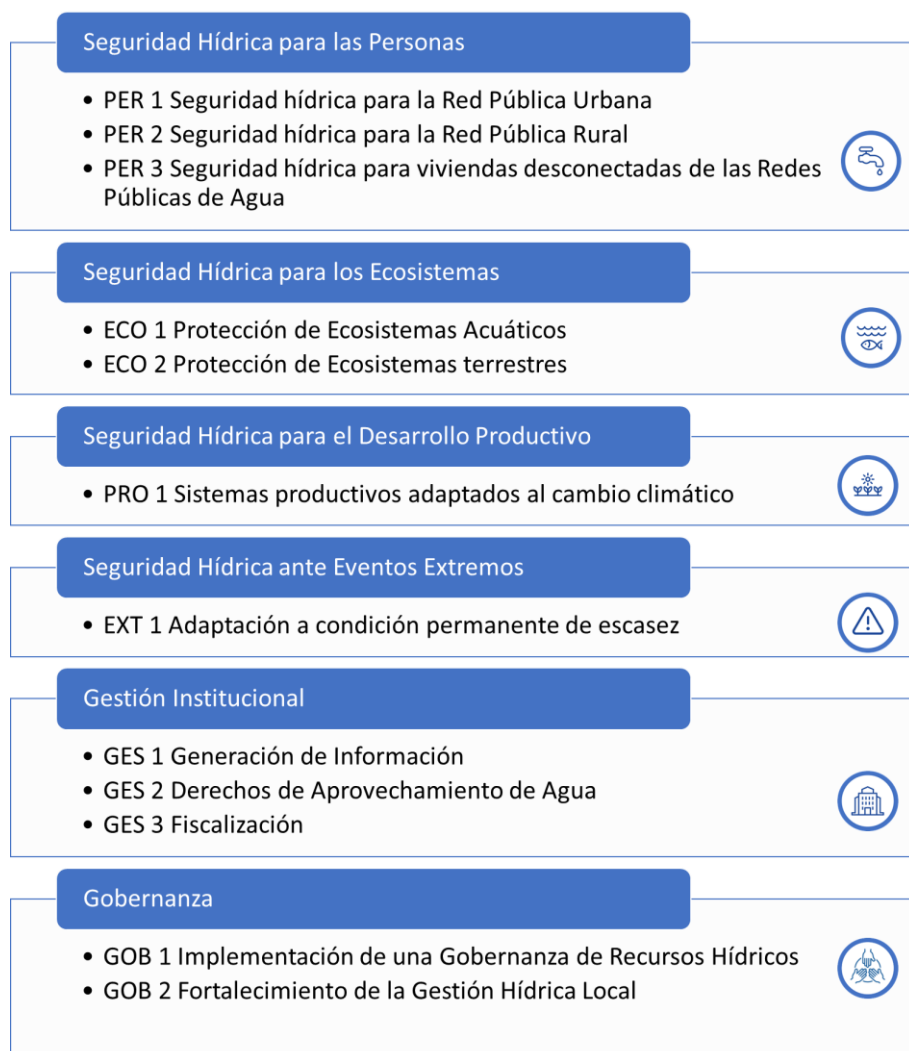
GOBIERNO DE CHILE
 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
 DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

Eje	Línea de Acción	Iniciativa	Costo (UF)	Organismo Formulatorio	Organismo Financiero
05 Gestión Institucional	GES 1 - Generación de Información	GES 1.2 - Nuevas estaciones de la red hidrométrica	19.119	DGA Hidrología	DGA
05 Gestión Institucional	GES 2 - Derechos de Aprovechamiento de Agua	GES 2.1 - Saneamiento y regularización de derechos de aprovechamiento de aguas	11.002	DGA DARH	DGA
05 Gestión Institucional	GES 3 - Fiscalización	GES 3.1 - Mejoras en las capacidades de fiscalización	3.476	DGA Fiscalización	Gobierno Regional
06 Gobernanza	GOB 1 - Implementación de una Gobernanza de Recursos Hídricos	GOB 1.1 - Implementación de una gobernanza de recursos hídricos para la cuenca	4.287	Gobierno Regional	Gobierno Regional
06 Gobernanza	GOB 2 - Fortalecimiento de la Gestión Hídrica Local	GOB 2.1 - Fortalecimiento de la Gestión hídrica Municipal	6.952	DGA	DGA
		TOTAL	11.899.269		

Fuente: Elaboración propia

7.3 Líneas de Acción

El Plan Estratégico se formuló a partir de una estructura de Ejes Estratégicos, Líneas de Acción e iniciativas, la que se resume en el esquema de la Ilustración 7-2.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 7-2 Líneas de Acción del Plan Estratégico

7.4 Valorización económica del Plan

El costo total del Plan Estratégico es de UF **11.899.269**. En la Tabla 7-43 se presenta el resumen de inversión por cada línea de acción.

Tabla 7-43. Resumen de iniciativas de inversión

Ejes Estratégicos y Líneas de Acción	Costo (UF)	%
01 Seguridad Hídrica para las Personas	8.767.490	73,2%
PER 1 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Urbana	5.240.287	44,0%
PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	2.844.420	23,5%
PER 3 - Seguridad Hídrica para Viviendas desconectadas de las redes públicas de agua	682.784	5,7%
02 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	1.985.276	16,7%
ECO 1 – Protección de Humedales	637.477	5,4%
ECO 2 – Protección de Ecosistemas Terrestres	1.347.798	11,3%
03 Seguridad Hídrica para el Desarrollo Productivo	910.185	7,6%
PRO 1 – Sistemas productivos adaptados al cambio climático	910.185	7,6%
04 Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos	7.242	0,1%
EXT 1 – Reducción de la exposición ante incendios forestales	7.242	0,1%
05 Gestión Institucional	42.288	0,4%
GES 1 - Generación de Información	27.810	0,2%
GES 2 - Derechos de Aprovechamiento de Agua	11.002	0,1%
GES 3 - Fiscalización	3.476	0,0%
06 Gobernanza	186.788	1,6%
GOB 1 - Implementación de una Gobernanza de Recursos Hídricos	179.835	1,5%
GOB 2 - Fortalecimiento de la Gestión Hídrica Local	6.952	0,1%
Total general	11.899.269	100,0%

Fuente: Elaboración propia

El cuadro siguiente resume la inversión por institución responsable y período de ejecución. El responsable público principal es el MOP, que en forma directa y a través de la Dirección de Obras Hidráulicas y la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales concentra el 23,6 % del total de las partidas. El detalle se presenta en la Tabla 7-44.

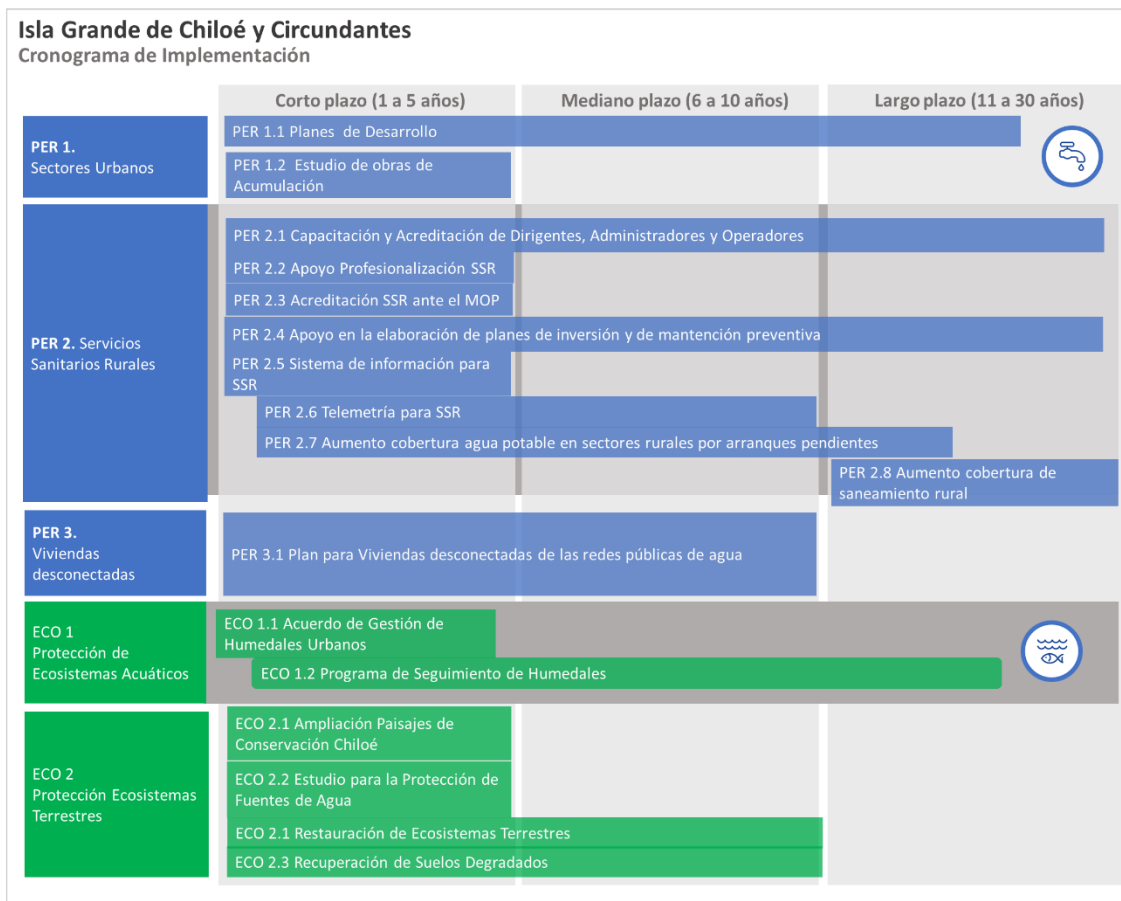
Tabla 7-44. Resumen de inversión por Organismo Ejecutor y Plazo

Organismo Formulator de las iniciativas	Total (UF)	Corto Plazo (1 a 5 años)	Mediano Plazo (6 a 10 años)	Largo Plazo (11 a 30 años)	%
DOH SSR	2.844.420	396.477	226.071	2.221.872	23,9%
DGA	175.548	29.258	29.258	117.032	1,5%
DGA Hidrología	19.119	9.560	9.560		0,2%
DGA Fiscalización	3.476	3.476			0,0%
DGA DC y PRH	8.691	8.691			0,1%
DGA DARH	11.002	11.002			0,1%
SAG	390.006	65.001	65.001	260.004	3,3%
INDAP	910.185	151.698	151.698	606.790	7,6%
CONAF	860.169	143.361	143.361	573.446	7,2%
MMA	735.101	232.892	100.442	401.767	6,2%
Gobierno Regional	701.266	246.076	227.595	227.595	5,9%
Empresa Sanitaria	5.240.287	877.364	872.584	3.490.338	0,0%
Total general	11.899.269	2.174.856	1.825.569	7.898.844	56,0%
Total (%)		18,28%	15,34%	66,38%	

Fuente: Elaboración propia

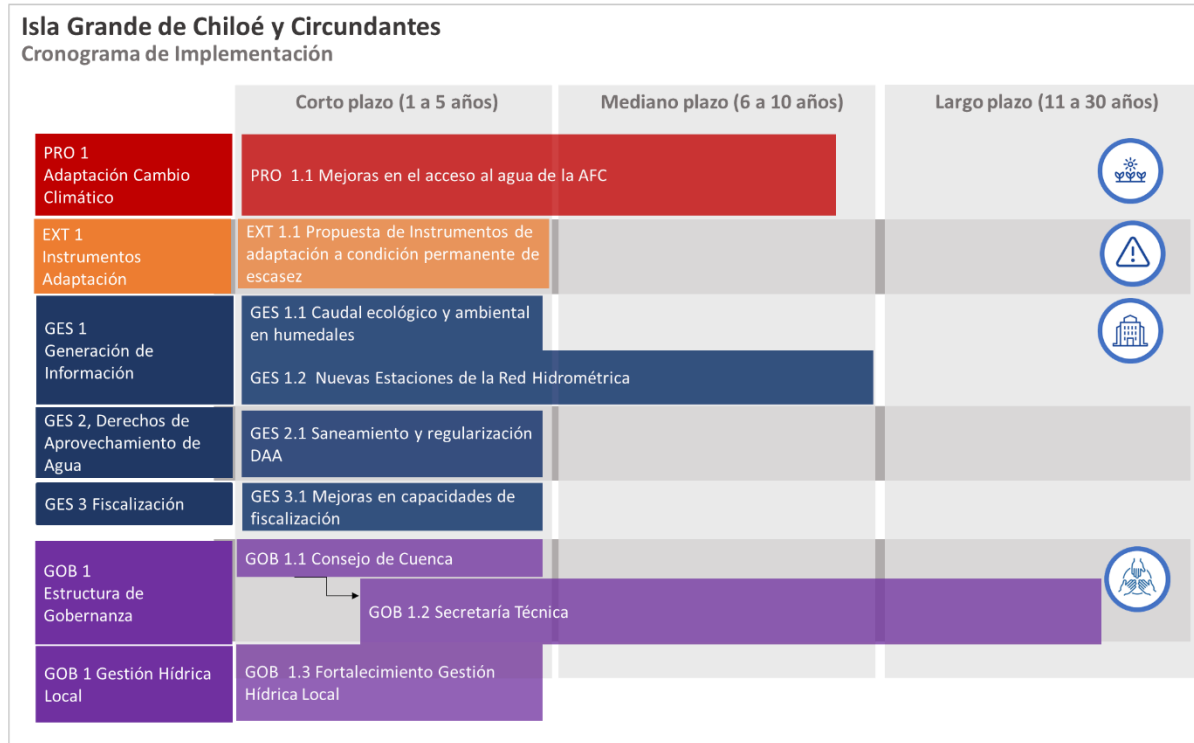
7.5 Cronograma de soluciones

A continuación, en la Ilustración 7-3, Ilustración 7-4 y la Tabla 7-45 se presentan las iniciativas según plazo de implementación.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 7-3 Cronograma de Implementación de Soluciones (1)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 7-4 Cronograma de Implementación de Soluciones (2)



Tabla 7-45. Cronograma de Implementación de Iniciativas

Eje Estratégico y Líneas de Acción	Total (UF)	Corto Plazo (1 a 5 años)	Mediano Plazo (6 a 10 años)	Largo Plazo (11 a 30 años)	%
01 Seguridad Hídrica para las Personas	8.767.490	1.501.436	1.326.250	5.939.805	73,2%
PER 1 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Urbana	5.240.287	877.364	872.584	3.490.338	44,0%
PER 2 – Seguridad Hídrica para la Red Pública Rural	2.844.420	396.477	226.071	2.221.872	23,5%
PER 3 - Seguridad Hídrica para Viviendas desconectadas de las redes públicas de agua	682.784	227.595	227.595	227.595	5,7%
02 Seguridad Hídrica para los Ecosistemas	1.985.276	441.254	308.804	1.235.217	16,7%
ECO 1 – Protección de Humedales	637.477	135.268	100.442	401.767	5,4%
ECO 2 – Protección de Ecosistemas Terrestres	1.347.798	305.986	208.362	833.450	11,3%
03 Seguridad Hídrica para el Desarrollo Productivo	910.185	151.698	151.698	606.790	7,6%
PRO 1 – Sistemas productivos adaptados al cambio climático	910.185	151.698	151.698	606.790	7,6%
04 Seguridad Hídrica ante Eventos Extremos	7.242	7.242			0,1%
EXT 1 – Reducción de la exposición ante incendios forestales	7.242	7.242			0,1%
05 Gestión Institucional	42.288	32.728	9.560		0,4%
GES 1 - Generación de Información	27.810	18.250	9.560		0,2%
GES 2 - Derechos de Aprovechamiento de Agua	11.002	11.002			0,1%
GES 3 - Fiscalización	3.476	3.476			0,0%
06 Gobernanza	186.788	40.498	29.258	117.032	1,6%
GOB 1 - Implementación de una Gobernanza de Recursos Hídricos	179.835	33.545	29.258	117.032	1,5%
GOB 2 - Fortalecimiento de la Gestión Hídrica Local	6.952	6.952			0,1%
Total general	11.899.269	2.174.856	1.825.569	7.898.844	100,0%
Porcentaje		18,28%	15,34%	66,38%	

Fuente: Elaboración propia



8 IMPLEMENTACIÓN

Las iniciativas del Plan corresponden a las acciones una vez que se han definido alcances, presupuesto, plazos y responsables. Así, no sólo es importante dar cuenta de las iniciativas propuestas, sino también las formas en que éstas serán implementadas, los tiempos asociados, responsables, presupuestos, etc. En este capítulo, se abordan las diferentes estrategias de implementación, con el fin de acercarse a posibles soluciones que permitan subsanar las brechas identificadas con anterioridad.

8.1 Hitos de referencia

A continuación, se da cuenta de las iniciativas por plazo de implementación. Buena parte de las iniciativas se desarrollan en el corto plazo, toda vez que corresponden a estudios o acuerdos que son requisito para avanzar en aspectos de mayor complejidad, como lo es la integración de las redes de distribución de agua.

8.1.1 Plan de Acción de Corto Plazo

La Tabla 8-1 presenta las iniciativas propuestas para el corto plazo (1 a 5 años), identificando la inversión total, la parcial, el responsable, el financiamiento y el origen de estas. El corto plazo concentra el 18,3% de la inversión total prevista a 30 años, que equivale a 2.174.856 UF.

Tabla 8-1. Hitos de referencia del Plan (inversión a corto largo plazo)

Iniciativa	Organismo Formulador	Organismo Financiero	Fuente de financiamiento	Inversión en Corto Plazo (UF)	%
PER 1.1 - Planes de Desarrollo Urbano	Empresa Sanitaria	Empresa Sanitaria	Privado	872.584	40,12%
PER 1.2 - Estudio de obras de acumulación de agua para consumo humano	Empresa Sanitaria	Empresa Sanitaria	Privado	4.780	0,22%
PER 2.1 - Capacitación y Acreditación de dirigentes, administradores y operadores	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	5.649	0,26%
PER 2.2 - Profesionalización de los SSR	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	150.635	6,93%
PER 2.3 - Acreditación de SSR que no están bajo dependencia MOP	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	2.390	0,11%
PER 2.4 - Apoyo para la elaboración del Planes de Inversión y de Mantenimiento Preventiva	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	14.484	0,67%
PER 2.5 - Sistema de información para los Servicios Sanitarios Rurales	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	17.381	0,80%
PER 2.6 - Instalación de Telemetría en los Servicios Sanitarios Rurales	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	13.753	0,63%
PER 2.7 - Aumento de la cobertura de agua potable en sectores rurales por arranques pendientes	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	192.185	8,84%
PER 3.1 - Seguridad hídrica para viviendas desconectadas de las Redes Públicas de Agua	Gobierno Regional	Gobierno Regional	Público (Regional)	227.595	10,46%
ECO 1.1 - Acuerdo de Gestión de Ecosistemas Acuáticos	MMA	Gobierno Regional	Público (Regional)	13.615	0,63%
ECO 1.2 - Programa de Seguimiento de Ecosistemas Acuáticos	MMA	Gobierno Regional	Público (Regional)	121.653	5,59%
ECO 2.1 - Ampliación del programa Paisajes de Conservación de Chiloé	MMA	Gobierno Regional	Público (Regional)	86.905	4,00%
ECO 2.2 - Estudio para la Protección de fuentes de agua	MMA	Gobierno Regional	Público (Regional)	10.718	0,49%



Iniciativa	Organismo Formulador	Organismo Financiero	Fuente de financiamiento	Inversión en Corto Plazo (UF)	%
ECO 2.3 - Restauración de ecosistemas terrestres	CONAF	CONAF	Público (Sectorial)	143.361	6,59%
ECO 2.4 - Recuperación de suelos degradados	SAG	SAG	Público (Sectorial)	65.001	2,99%
PRO 1.1 - Adaptación de la Agricultura Familiar Campesina al cambio climático	INDAP	INDAP	Público (Sectorial)	151.698	6,98%
EXT 1.1 - Propuesta de Instrumentos de adaptación a condición permanente de escasez	Gobierno Regional	Gobierno Regional	Público (Regional)	7.242	0,33%
GES 1.1 - Determinación de caudal ecológico y ambiental en humedales de la cuenca	DGA DC y PRH	Gobierno Regional	Público (Regional)	8.691	0,40%
GES 1.2 - Nuevas estaciones de la red hidrométrica	DGA Hidrología	DGA	Público (Sectorial)	9.560	0,44%
GES 2.1 - Saneamiento y regularización de derechos de aprovechamiento de aguas	DGA DARH	DGA	Público (Sectorial)	11.002	0,51%
GES 3.1 - Mejoras en las capacidades de fiscalización	DGA Fiscalización	Gobierno Regional	Público (Regional)	3.476	0,16%
GOB 1.1 - Implementación de una gobernanza de recursos hídricos para la cuenca	Gobierno Regional	Gobierno Regional	Público (Regional)	4.287	0,20%
GOB 1.2 - Implementación de una Secretaría Técnica permanente	DGA	DGA	Público (Sectorial)	29.258	1,35%
GOB 2.1 - Fortalecimiento de la Gestión hídrica Municipal	Gobierno Regional	Gobierno Regional	Público (Regional)	6.952	0,32%
TOTAL				2.174.856	100,00%

Fuente: Elaboración propia

8.1.2 Plan de mediano y largo plazo

El mediano (6 a 10 años) y largo plazo (11 a 30 años desde el inicio del Plan) representan el 81,7 % de la inversión total. Mientras que el 18,3 % se concentra en los 5 primeros años. Las obras de mayor impacto en el largo plazo corresponden a la sobre todo el aumento de cobertura de agua potable en zonas urbanas, seguido de los sistemas de tratamiento de aguas servidas para los servicios sanitarios rurales, mientras que en el corto y mediano plazo impactan las soluciones sanitarias para la población y la producción agrícola (Tabla 8-2).

Tabla 8-2. Hitos de referencia del Plan (inversión a mediano y largo plazo)

Iniciativa	Organismo Formulador	Organismo Financiero	Fuente de financiamiento	Inversión en Mediano Plazo (UF)	Inversión en Largo Plazo (UF)	%
PER 1.1 - Planes de Desarrollo Urbano	Empresa Sanitaria	Empresa Sanitaria	Privado	872.584	3.490.338	44,87%
PER 2.1 - Capacitación y Acreditación de dirigentes, administradores y operadores	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	5.649	22.595	0,29%
PER 2.4 - Apoyo para la elaboración del Planes de Inversión y de Mantenimiento Preventiva	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	14.484	57.937	0,74%
PER 2.6 - Instalación de Telemetría en los Servicios Sanitarios Rurales	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	13.753	-	0,14%
PER 2.7 - Aumento de la cobertura de agua potable en sectores rurales por arranques pendientes	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	192.185	-	1,98%
PER 2.8 - Aumento en la cobertura de Saneamiento Rural	DOH SSR	DOH SSR	Público (Sectorial)	-	2.141.340	22,02%



Iniciativa	Organismo Formulador	Organismo Financiero	Fuente de financiamiento	Inversión en Mediano Plazo (UF)	Inversión en Largo Plazo (UF)	%
PER 3.1 - Seguridad hídrica para viviendas desconectadas de las Redes Públicas de Agua	Gobierno Regional	Gobierno Regional	Público (Regional)	227.595	227.595	4,68%
ECO 1.2 - Programa de Seguimiento de Ecosistemas Acuáticos	MMA	Gobierno Regional	Público (Regional)	100.442	401.767	5,16%
ECO 2.3 - Restauración de ecosistemas terrestres	CONAF	CONAF	Público (Sectorial)	143.361	573.446	7,37%
ECO 2.4 - Recuperación de suelos degradados	SAG	SAG	Público (Sectorial)	65.001	260.004	3,34%
PRO 1.1 - Adaptación de la Agricultura Familiar Campesina al cambio climático	INDAP	INDAP	Público (Sectorial)	151.698	606.790	7,80%
GES 1.2 - Nuevas estaciones de la red hidrométrica	DGA Hidrología	DGA	Público (Sectorial)	9.560	-	0,10%
GOB 1.2 - Implementación de una Secretaría Técnica permanente	DGA	DGA	Público (Sectorial)	29.258	117.032	1,50%
TOTAL				1.825.569	7.898.844	100,00%

Fuente: elaboración propia

8.2 Estrategia de implementación

La estrategia de implementación del Plan recoge la estructura del instrumento, los aspectos institucionales y de gobernanza, de cultura del agua y de financiamiento.

8.2.1 Estructura del Plan de Gestión

El propósito de planificación, el Plan de Gestión y la Gobernanza se encuentran plenamente alineados, lo que da consistencia a las estrategias propuestas y facilita su materialización. La Ilustración 8-1 presenta la línea argumental descrita.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 8-1 Alineamiento del Plan Estratégico y la Gobernanza



El propósito del Plan es la **Gestión Sostenible de Recursos Hídricos**, la que se tiene al conciliar principios de sustentabilidad y seguridad hídrica, con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En particular, el ODS 6 ha sido recogido dentro de los indicadores del Plan Estratégico, alineándose de esta forma con los estándares de registro internacionales.

El Plan Estratégico se estructura a partir de Ejes Estratégicos, que consideran el Balance Hídrico de la cuenca, la Seguridad Hídrica de las personas, ecosistemas y actividades productivas, y la Gestión Institucional y Gobernanza. De esta forma, el diagnóstico, la definición de Líneas de Acción y de las Iniciativas mantienen coherencia con el propósito de Gestión Sostenible de Recursos Hídricos. El diseño del Plan recoge plenamente el concepto de **Gestión Integrada de Recursos Hídricos**.

De la misma forma, la **Gobernanza** se plantea a partir de Grupos de Trabajo para cada uno de los Ejes de Seguridad Hídrica (3 en total), los que en su conjunto aportan a un Consejo Regional de Recursos Hídricos, el que además recoge directamente temas transversales como el Balance Hídrico y la Gestión Institucional y Gobernanza. Finalmente, se propone una Secretaría técnica que dé respaldo técnico, continuidad operacional y reportabilidad a esta gobernanza.

8.2.2 Aspectos Institucionales

La Gobernanza se entiende como la organización requerida entre los actores públicos (Estado y Gobierno Local), privados (usuarios directos e indirectos), y la sociedad civil organizada (Centros de Estudios, organizaciones funcionales, ONGs), de manera tal que en su conjunto permitan la materialización del Plan Estratégico de Gestión Hídrica para la cuenca.

Se propone la instalación de un Consejo de Cuenca, público privado, que trabaje en conjunto con grupos de trabajo por eje de seguridad hídrica, con el soporte técnico de una Secretaría ad hoc. A continuación, se describen los componentes de la gobernanza propuestos.

8.2.2.1 Consejo de Cuenca

Se propone la creación de un Consejo de Cuenca, que corresponde a una instancia público privada compuesta por representantes del Estado, de los Gobiernos Locales, de los usuarios directos e indirectos de las aguas, así como la sociedad civil organizada (Centros de estudio, organizaciones funcionales, ONGs).

El rol del Consejo se encuentra en el largo plazo, en el ámbito político estratégico, y en lo principal en esta instancia se debieran tomar decisiones sobre:

- Velar por la implementación del Plan Estratégico de Gestión Hídrica.

-
- Gestionar los apoyos y financiamientos requeridos para la implementación del Plan Estratégico
 - Representar a la cuenca en las instancias políticas, técnicas y sociales que así lo requieran.
 - Definición de criterios mínimos de seguridad hídrica, de común acuerdo entre todos los actores.
 - Ser una instancia de acuerdo que permita abordar vacíos de planificación y gestión, territorial y sectorial.
 - En general, facilitar la gestión de la cuenca como unidad territorial integradora, de la cual depende el ciclo hidrológico.

Una alternativa de conformación es que cada grupo de trabajo elija representantes que participen del Consejo, junto con otras instancias transversales del Estado y Gobiernos Locales. Se estima conveniente que el Consejo defina una estructura interna, ya sea a nivel de directorio o de vocerías, que proporcione un ordenamiento mínimo para el funcionamiento de esta instancia.

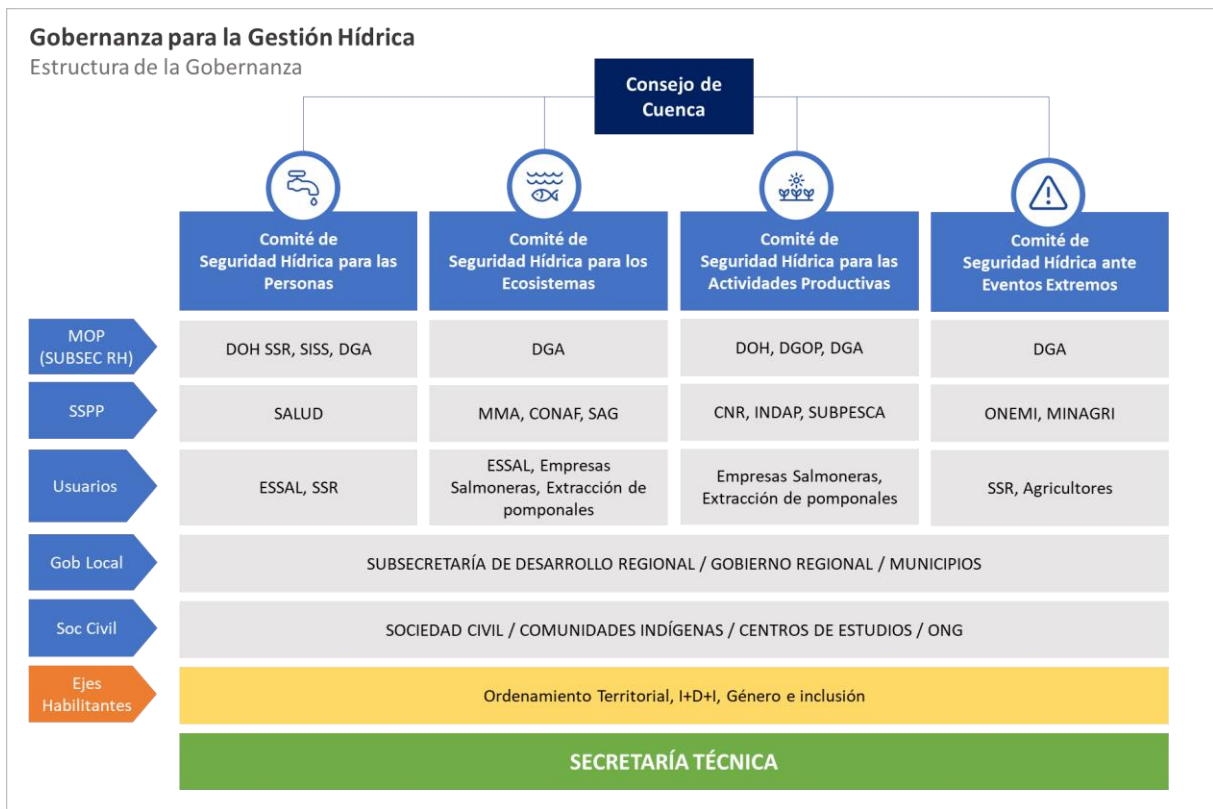
8.2.2.2 Comités de Seguridad Hídrica

Los comités de Seguridad Hídrica corresponden a una instancia operativa, donde se aborda en particular cada uno de los ejes de Seguridad Hídrica empleados en el estudio (y otros que a futuro se estime conveniente). Por definición, son instancias técnicas orientadas a la definición y cumplimiento de objetivos y metas. Algunos alcances para los comités son los siguientes:

- Velar por la implementación del Plan Estratégico de cuenca a nivel de eje de seguridad hídrica
- Están conformados por los actores que están directamente relacionados con cada eje de seguridad
- Definir objetivos de mediano plazo y metas anuales de trabajo
- Definir una hoja de ruta para dar cuenta de objetivos y metas
- Integración de otros actores que sean necesarios para favorecer la integración
- Reporte al Consejo de Cuenca

En la Ilustración 8-2 se presenta una propuesta de distribución de actores por Comité, distinguiendo entre aquellos servicios que forman parte de una eventual Subsecretaría de Recursos Hídricos dependiente del Ministerio de Obras Públicas y Recursos Hídricos, y otros servicios cuya función los relaciona directamente con los ejes de seguridad hídrica propuestos.

Adicionalmente, se presentan los principales grupos de usuarios directos e indirectos de las aguas, incluyendo gremios y asociaciones productivas; a los gobiernos locales (de elección directa); y a los actores de la sociedad civil.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 8-2 Actores que forman parte de la Gobernanza

8.2.2.3 Ejes Habilitantes

Se incluyen dentro de la estructura de gobernanza el concepto de ejes habilitantes, que corresponden a aspectos transversales de la seguridad hídrica con otros aspectos clave de la seguridad a nivel país (alimentaria, energética, social), pero particularmente aspectos clave que son requisito para la implementación de la estrategia propuesta: ordenamiento territorial, I+D+i (investigación, desarrollo e innovación), género e inclusión, entre otros que sean de relevancia a nivel local.

Si bien se mencionan estos ejes, no se considera su constitución formal dentro del Plan estratégico, ya que se entiende que responderán a necesidades del gobierno local o de los actores del territorio, en lógicas que trascienden el ámbito de la seguridad hídrica.



8.2.2.4 Secretaría Técnica

Se propone la constitución de una Secretaría Técnica de carácter permanente que de soporte a la gobernanza propuesta. En lo principal, se entiende que los actores que participan de esta estructura, y en particular del Consejo de Cuenca, tienen distintos roles, deberes y funciones dependiendo de su naturaleza pública o privada, y que la Secretaría Técnica permitiría mantener la continuidad en las iniciativas de coordinación propuestas. Las principales funciones de esta Secretaría son:

- Mantener la continuidad de las actividades realizadas por el Consejo de Cuenca. Convocatoria a reuniones, definición de tabla y temas a tratar, seguimiento al cumplimiento de acuerdos, archivo técnico de los documentos generados.
- Prestar soporte técnico a las actividades de los Grupos de Trabajo. Validación de antecedentes, análisis básicos, definición y seguimiento al cumplimiento de metas.
- Gestión de financiamiento regional y sectorial para el desarrollo de estudios técnicos.
- Generación de un reporte anual de Seguimiento a la implementación del Plan Estratégico.
- Evaluación de resultados parciales y propuestas de actualización del Plan.

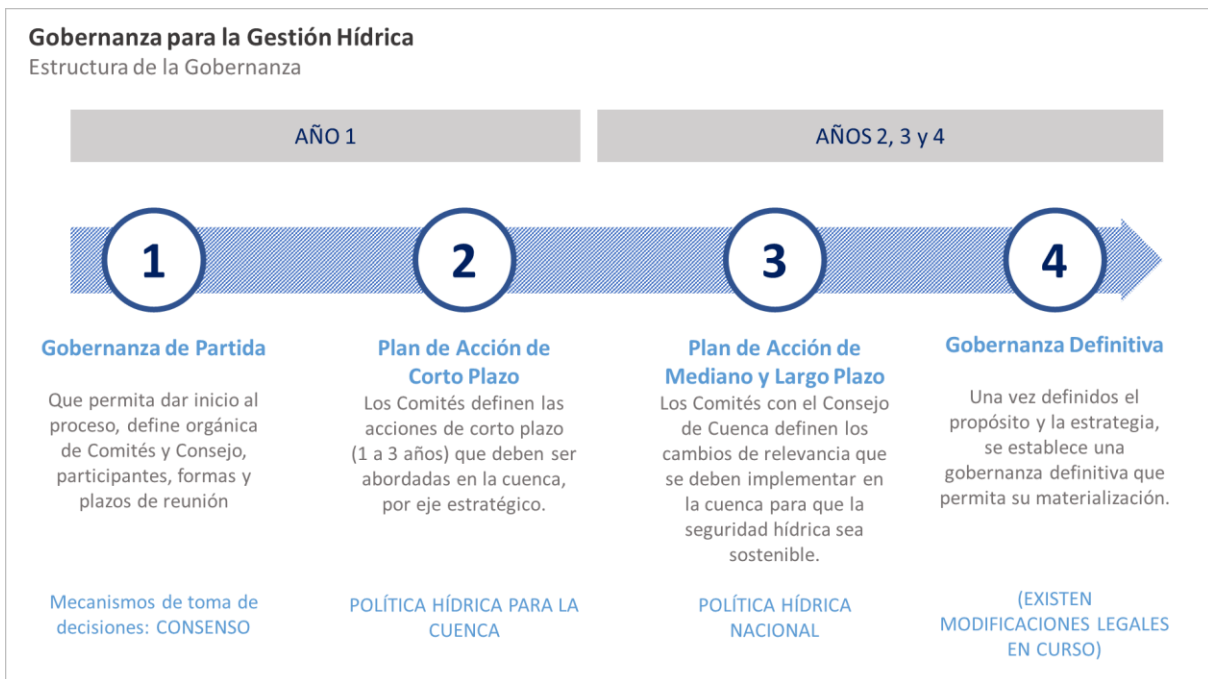
8.2.2.5 Hitos de la Gobernanza

Los hitos para la instalación de la gobernanza consideran una instalación progresiva del conjunto de definiciones, acuerdos, responsabilidades, deberes y derechos asociados a la gobernanza. Una de las limitantes principales que debe ser abordada es la ausencia de una definición previa del sistema de gobernanza, por lo que el proceso de instalación requiere de un carácter convocante, inclusivo, y sobre todo progresivo, de manera tal que las definiciones recojan la participación de todos los actores, y se adapten a las necesidades de cada cuenca.

De esta forma, se propone que durante el primer año se realice la Constitución del Consejo de Cuenca y Comités de Seguridad Hídrica, y se instale la Secretaría Técnica. En consecuencia, se espera lograr el propósito de avanzar en la implementación del Plan desde un punto de vista de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos.

Una vez constituida la gobernanza, se propone elaborar una hoja de ruta de corto plazo que considere los temas de carácter urgente, que requieren atención inmediata; la que debe ser seguida de una hoja de mediano y largo plazo. Es importante mantener ambos ejes de trabajo siempre presentes. A partir de ambas hojas de ruta, con las responsabilidades y deberes de los integrantes del Consejo de Cuenca y los Comités, se propone avanzar hacia una gobernanza definitiva que proporcione estabilidad operacional en el mediano y largo plazo. La Ilustración 8-3 muestra los hitos propuestos para la implementación de la gobernanza a nivel de cuenca.

La implementación de estas tres instancias que componen el sistema de gobernanza propuesto (Consejo de Cuenca, Comités de Seguridad Hídrica y Seguridad Hídrica), pasa en primera instancia, por contar con una decisión política que provenga desde el gobierno central o gobierno local, para asumir el liderazgo requerido. Este liderazgo debe resultar en la articulación de las distintas instancias de gestión territorial que hoy existen, ya sea en el ámbito comunal, provincial o regional, así como la provisión de los recursos económicos requeridos para el plan.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 8-3 Hitos para la implementación de la gobernanza a nivel de cuenca

En segundo lugar, se debe asegurar que la gobernanza sea efectivamente participativa, es decir, que los Comités con participación pública privada sea considerados en la definición de las políticas públicas, y no solo sean parte de una instancia revisora al final del proceso, o que su participación se reduzca a un proceso de información a la comunidad.

Complementariamente, se debe asegurar el financiamiento de instancias clave como la Secretaría Técnica. Si bien no es resolutoria, sí proporciona la continuidad al proceso, aspecto clave en que otras instancias han fracasado previamente, ya que los acuerdos se diluyen entre otras responsabilidades sectoriales.



Finalmente, una complejidad no menor se deriva de la proliferación de instrumentos y planes sectoriales. La Ley Marco de Cambio Climático propone, por ejemplo, la creación de los Consejos Regionales de Cambio Climático, además de Planes Regionales y Planes Comunes de Cambio Climático, así como planes sectoriales, dentro de los cuales se ratifica los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos.

8.2.3 Aspectos de Cultura del Agua

El agua es en sí un elemento natural, pero al mismo tiempo es parte directa o indirecta de cada una de las actividades humanas. En este sentido, el territorio y el acceso al agua contribuye a definir una cultura o conceptualización que es propia de cada conjunto de personas que habitan en un sector determinado, de la misma forma en que el uso que las personas dan al agua modifica el ciclo hidrológico. Esta dualidad natural y social se denomina ciclo hidrosocial.

Desde el punto de vista cultural, el agua y las personas cumplen distintos roles dependiendo del espacio desde donde se les describa. Por un lado, están los espacios productivos, que comprenden desde aquellas actividades industriales o masivas donde intervienen empresas o instituciones públicas, a los espacios productivos que están asociados a unidades nucleares, como es el caso de la agricultura familiar campesina.

Por otro lado, el agua se usa dentro de los espacios domésticos en contextos urbanos, pero también en espacios rurales. En este punto se aprecian distintas valoraciones del agua en función de la disponibilidad efectiva y otros aspectos relevantes como el sabor. En esta misma línea, los Servicios Sanitarios Rurales forman parte de una red de cooperativas donde la sociedad civil se organiza para proveerse así misma de agua para consumo, dando cuenta de un capital social que provee de liderazgos, capacidades de gestión y de administración que no necesariamente están presente a lo largo de todo el territorio.

Finalmente, se presentan las conclusiones principales obtenidas a partir del Conversatorio de Mujeres realizado en la cuenca, junto con otras reuniones con las fundaciones que acompañaron este proceso: Newenko y *Women in Water*.

8.2.3.1 Breve descripción de la cuenca

La población en el archipiélago, distribuida en las 8 comunas que la conforman, se distribuye en una isla extensa y dependiendo de la geografía, diversa y con sus particularidades.

Conviven las ciudades urbanizadas y con asistencias directas con otras localidades rurales muy aisladas (que están a más de una hora de trayecto, o que habitan en islas adyacentes



y con un transporte público que opera algunos días a la semana), un territorio cuya realidad muestra la convivencia de actores muy distintos.

Hay habitantes nacidos y criados en zonas apartadas del archipiélago, y sus vidas, muchas veces están marcadas por el carácter aislado de estas comunidades.

Ahora, hace unos años comienzan a ser ocupados terrenos habitacionales por nuevos habitantes donde nunca ha habido fuentes de agua, una realidad que los chilotes nativos saben, conocen estos territorios. Es aquí donde el papel del Estado subsidiario aparece para proveer de agua a estos sectores.

Las comunidades isleñas tradicionales tienen una cultura y un conocimiento ancestral de su territorio y en las que saben que hay sectores de la isla que no se debería habitar porque no tienen fuentes de aguas. Para ellos son terrenos destinados al bosque nativo, a mantener ecosistemas como las turberas, a la crianza de animales, pero no para asentamientos humanos.

El problema se agudiza, después, con la expansión hacia estos sectores rurales y esta transformación de la vida rural por el cambio de uso de suelo que dio pie a las parcelaciones y la aparición del habitante "neo rural", con otras necesidades, con otras costumbres de habitar el territorio. Esta tendencia migratoria empieza a hacer uso de espacios que originalmente estaban destinados para los ecosistemas naturales.

Por eso es importante que, viendo los problemas que se presentan en el territorio, y conociéndolos desde sus realidades locales, exista una articulación de los organismos del estado municipios y servicios con presencia local, como por ej. Indap), para enfocar las soluciones a los problemas de seguridad hídrica a través de la gestión integrada de cuencas y microcuencas y cambiar la forma de ayuda retroactiva, enfocada en resolver las emergencias, cada vez más continuas.

8.2.3.2 Agua y su función productiva

En la isla conviven los isleños de la zona urbana, y los isleños de las zonas más apartadas. Éstos se caracterizan por tener multirubros, (de acuerdo con las estaciones del año la población se dedica a pescar, mariscar, recolectar, leñar, crianza de animales, mantener el invernadero, la huerta, etc.), es decir, son unidades familiares que han sabido resolver territorialmente problemas de agua, de vivienda, de alimentación, hacen explotación de los recursos (como el caso de la leña) y que han mantenido un cierto equilibrio con su entorno natural para poder sobrevivir.

Está la población que sabe vivir en el campo, que tiene una memoria histórica, que es multi rubro, que proviene de distintos lados del archipiélago, o de otros sectores como de Chiloé continental (Chaitén, Palena, Calbuco). Este poblador hoy no es más que el tercio de la población actual.



Luego, está el otro habitante, el que no tiene memoria histórica local, ni arraigo a esa cultura insular. Por último, está el otro habitante que habita zonas periféricas a los centros urbanos, caracterizado por venir del ámbito del turismo y de servicios.

Algunos de ellos se instalan con emprendimientos o iniciativas que complementan la ruralidad, pero no son agricultores. Se dedican al alojamiento, avistamiento, navegación, servicios gastronómicos, y cada vez, va creciendo esa población.

La vida familiar y la agricultura familiar campesina ocupa un rol muy importante en el archipiélago y se reconoce esa relevancia. Chiloé es sitio SIPAM (Sistemas Importantes del Patrimonio Mundial, o sea, Agroecosistemas habitados por comunidades que viven en una relación intrínseca con su territorio. Estos sitios en constante evolución son sistemas resilientes caracterizados por una biodiversidad agrícola notable, conocimientos tradicionales, culturas y paisajes invaluable, gestionados de manera sostenible por agricultores, pastores, pescadores y poblaciones forestales de una manera que contribuye a sus medios de vida y seguridad alimentaria. (<https://www.fao.org/giahs/es/>).

Entonces, existe el habitante nativo cuya vida y costumbres posee un valor cultural, porque en torno a ellos se desenvuelven tradiciones comunitarias y conocimientos acerca de la agricultura, el manejo del monte, del mar y del entorno natural del archipiélago.

Esto da cuenta de una base social, comunitaria, cultural, viva, que conoce su territorio, que lo maneja de forma sustentable, y que se ve afectada por las presiones del cambio de uso de suelo, la llegada de las parcelaciones, de nuevos habitantes con nuevas costumbres (opuestas muchas veces), y que empuja a generar una convivencia con este cruce de culturas y de intercambios positivos que dinamizan la comunidad.

La crisis climática ha permitido volver la mirada a este grupo de agricultores, en su mayoría mujeres, con un gran porcentaje que pertenece o tiene su linaje en comunidades indígenas, y eso ha provocado interés en conservar y sostener este patrimonio inmaterial cultural, natural, pero también potenciar estos esfuerzos múltiples, y revitalizar la agricultura familiar para la producción de alimentos que puedan darle a las familias no solo seguridad alimentaria sino soberanía, y que le permita a las nuevas generaciones del archipiélago recuperar la autonomía, y pueda generarse un modelo de gestión territorial que disminuya la presión de consumo y demanda actual.

Por otra parte, existe un potencial turístico gastronómico importante, aportando variedad e innovación en los productos, ubicados en sitios de mucha belleza.

También se da en sectores que prestan servicios turísticos y con problemas de agua, se hace difícil abastecer del recurso, no solo a los turistas, sino porque deben también suministrarse ellos mismos como familias. Un ejemplo es la localidad de Pupelde, en la parte baja cuenta con población y en la zona alta, donde había monte hoy hay viviendas, cabañas



turísticas, y un APR que, en temporada estival, no da abasto para suministrar ni abastecer a toda la población del sector. Esta realidad se repite en otros sectores de la isla.

8.2.3.3 Agua y su función doméstica

Los más antiguos del archipiélago comentaban que en la isla siempre ha habido problemas de agua (decenas de años). Históricamente, la gente sabía que no todos los años tendría suficiente agua en los pozos. Entonces había una época del año en que tenía que ir al río, a varios kilómetros para buscar agua, o tenía que guardar agua para los distintos usos no solo en la casa, también para sostener la huerta y para la crianza de animales.

Las comunidades nativas tienen incorporado culturalmente la reutilización de las aguas, existe un aprendizaje generacional por la falta de lluvias en épocas pasadas. La tarea de reutilización lo hace la mujer, encargada no solo de mantener a la familia, también de criar animales, de mantener la huerta, de recolectar mariscos o algas de orilla. Todo esto le ha enseñado a gestionar el recurso para múltiples propósitos.

Entre las alternativas de abastecimiento de agua actuales mencionados que se están usando en la isla, es el uso de sistemas llamados guateros, que almacenan agua, utilizados para abastecer de agua y servicios a puestos de venta locales que se instalan en espacios públicos abiertos.

También hay algunas escuelas que postularon para instalar sistema de recolección de aguas lluvias.

8.2.3.4 Agua y los Servicios Sanitarios Rurales

Destaca en el archipiélago el gran número de Servicios Sanitarios Rurales formales e informales presentes en la isla. Una gran mayoría de ellos está bien organizada y lleva una administración al día. Las problemáticas más prominentes que experimentan estos servicios son, en primer lugar, la falta de renovación de los miembros de la directiva, con algunos llevando ya varios años y otros hasta décadas como miembros del comité, y en segundo lugar se encuentran los problemas de infraestructura, causados por el desgaste de las redes de distribución debido a la antigüedad y a la escarcha.

Se mencionó también la necesidad de mejorar las fuentes de agua a través del cuidado y mantención de las vertientes, como es el caso de 16 de 20 comités entrevistados o aumentando la profundidad de los pozos, propuesta que realizaron todos los servicios que se abastecen de aguas subterráneas.

Sin menoscabar la buena organización de estos servicios, un gran número de comités tiene problemas respecto a la tenencia de derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) y propiedad de los terrenos donde se ubican las instalaciones del servicio, siendo tan solo 7 de 20 servicios entrevistados que cuentan con ambos.

Junto a esta situación también surge el tema de la formalidad e informalidad, ya que existen alrededor de 40 servicios en la isla que no están registrados por la DOH, lo que, sumado a que las oficinas de la DGA se encuentran en Puerto Montt, ha provocado que un número importante de servicios haya señalado a lo largo de las diversas instancias de participación ciudadana, que es necesaria establecer una mejor accesibilidad, otorgando apoyo en asesoría legal, apoyo en la tramitación para regularizar sus DAA, y también a una mejor y más oportuna capacitación de las directivas y operarios, problema que aqueja a 15 de 20 servicios.

Llama la atención que una gran mayoría de las personas que se desempeñan en la administración y finanzas del SSR esté a cargo de una mujer, que desempeña labores como secretaria, contadora u operaria, el cual es el caso de 16 de los 20 servicios entrevistados.

A pesar de la participación femenina en estos servicios usualmente quien lleva el rol de la presidencia en las directivas de los comités o cooperativas, son hombres. Esta situación, según se comentó en varias oportunidades, ha sido perpetuada por una cultura que no ha sabido incentivar la participación de las mujeres particularmente en puestos de liderazgo, ni en la toma de decisiones.

Algo importante que se destaca, es que los SSR constituyen verdaderos centros de atención pública. Los y las entrevistadas señalaron que ellos ofrecen un servicio a la comunidad para realizar diversos trámites por internet con instituciones públicas o privados (pagar cuentas), hacen llamadas, entonces sus funciones puntuales y operativas del SSR es sólo una parte de un apoyo técnico y un servicio social invisibilizado.

Po último, un tema preocupante para los SSR de enfrentar es el crecimiento poblacional de la isla, el aumento de las parcelaciones y aumento de las solicitudes de servicio (arranques) que, durante la temporada estival, no logra cubrir la demanda, y un tema no menor, dice relación con las formas y costumbres de habitar en la isla, en la cultura del agua versus las nuevas costumbres urbanas que estos nuevos habitantes traen consigo. Esto ha sido señalado no sólo en el uso del agua, sino también en el manejo del bosque y uso de la leña, de la electricidad y de sus tierras.

8.2.3.5 Agua y género

Se identificaron tres niveles principales para la participación de las mujeres en la gestión del agua:

- En la toma de decisiones a nivel estratégico, en servicios públicos, a nivel de gobiernos locales o en empresas privadas
- En la dirección de organizaciones locales, ya sean Servicios Sanitarios Rurales, Organizaciones de Usuarios de Agua u otras organizaciones funcionales

-
- En el espacio doméstico o de unidad familiar productiva, ya sea como pequeñas productoras o dueñas de casa.

Ante la pregunta sobre las **barreras que limitan la participación de las mujeres en la gestión del agua**, se obtuvo las siguientes conclusiones principales.

- **Injusta distribución de cargas**
 - o Las mujeres tienen el doble o triple trabajo, considerando las tareas domiciliarias, por lo que muchas veces tienen menos tiempo para participar de la gestión
 - o Las actividades no coinciden con la disponibilidad efectiva de tiempo de las mujeres
 - o El rol de cuidadoras dificulta la movilidad de las mujeres
 - o Estas situaciones se acentúan en territorios con barreras geográficas o limitantes de conectividad física y digital
- **Falta de espacios efectivos**
 - o En algunas situaciones, los hombres ocupan todos los espacios y no quedan opciones para el ingreso de mujeres
- **Patrones socioculturales**
 - o Se identificaron patrones socioculturales o patriarcales de censura y discriminación hacia la participación de las mujeres
 - o En esa misma línea, muchas mujeres se autocensuran por temor a exponerse

Ante la consulta de **¿Cuáles son las consecuencias de una menor participación de las mujeres en la toma de decisiones sobre el agua?**, se identificaron las siguientes respuestas:

- **Una menor participación de mujeres profundiza la exclusión**
 - o Ya que las soluciones no se ajustan o no reflejan las necesidades de las mujeres, por lo que aumentan las brechas y la exclusión.
 - o En algunos casos se radicaliza la pobreza
- **Una menor participación de mujeres resulta en un deterioro de la gestión**
 - o Ya que se invisibiliza el conocimiento de las mujeres en espacios domésticos o distintos usos del agua a nivel territorial, que se suma al conocimiento propio de otros niveles de gestión en organizaciones y en el territorio

-
- **Se pierden oportunidades laborales y de desarrollo para las mujeres**
 - o Ya que las mujeres son relegadas y no acceden a nuevas fuentes laborales o espacios de participación

Finalmente, se identificaron aquellos criterios que se deben emplear para acortar estas brechas, entre los cuales se listaron los siguientes:

- **Participación efectiva**
 - o Se deben realizar esfuerzos para asegurar una participación efectiva de hombres y mujeres y de otros grupos vulnerables dentro de los procesos de toma de decisiones.
 - o Para esto se debe mejorar la comprensión que existe sobre el uso y acceso al agua entre hombres y mujeres.
 - o No se descarta el establecimiento de cuotas e incentivos, y tender a espacios paritarios de participación en tanto sea posible.

- **Equidad en las iniciativas**
 - o Se debe trabajar por la equidad en la formulación de las iniciativas del Plan y otros instrumentos de intervención.
 - o Se debe evaluar si se excluye o dificulta el acceso de mujeres a las soluciones diseñadas
 - o Se debe favorecer el acceso de mujeres a estas iniciativas, cuando sea necesario
 - o Se debe facilitar la participación adaptando formas e instrumentos a las necesidades de las mujeres, por ejemplo, mediante instancias asincrónicas que permitan que cada una responda según su disponibilidad de tiempo efectiva
 - o Reconocimiento de lo doméstico dentro de la planificación

- **Incentivo a la participación**
 - o Se debe incentivar la participación de las mujeres en la gestión, desde la edad escolar

En particular, en esta cuenca se identificó que de forma ancestral es la mujer quien se ha hecho cargo de muchos ámbitos del quehacer diario en la isla y en particular, del uso y manejo sostenible del agua.

En la cosmovisión huilliche del archipiélago, la mujer es la matriarca, la que gestiona, es la maestra de paz, es la machi, es la que hace las rogativas por el agua. Asimismo, es la mujer como guía que da las gracias por los recursos que la tierra entrega. Para la sabiduría de los pueblos originarios, uno no puede hacer abuso sobreexplotando el recurso, porque eso llama a la carencia futura.



Pero en el mismo territorio convive otra mujer que no tiene voz, que no expresa y que mantiene un servicio y una función de sostener la familia y dedicarse a las labores tradicionales.

8.2.3.6 Agua y Pueblos Originarios

Hablar del agua, desde la visión de los pueblos originarios en el archipiélago, es hablar de ella como un elemento vital para el uso y consumo, presente en todo lo que nos rodea: la tierra, el bosque, el viento, la lluvia, la fauna. Y de forma principal, en su visión ancestral el agua es donde la vida conserva su esencia.

El agua está muy unida a la cosmovisión de las comunidades porque en el territorio donde se vive el agua (Ko, en mapudungun), es un elemento vital en la vida de los bosques, de los ecosistemas terrestres y de la toda la naturaleza.

En el archipiélago las fuentes de acumulación son escasas en temporada estival. Las aguas son extraídas desde humedales, pomponales, y los acuíferos cargados gracias a las lluvias de invierno. Esta relación con las fuentes de agua es constitutiva para las comunidades.

El Ko, al ser un elemento vital, tiene un espacio principal en las ceremonias. Las maestras de paz realizan rogativas por el agua introduciéndose en los bosques con pequeñas familias o Lof. Es en el bosque donde habita el Ko, donde nace el agua y la vida. Por esta razón resguardan zonas de bosque para preservar la vida de la que dependen las comunidades presentes y futuras.

En las ceremonias de Wetripantu huilliche, antes del amanecer, los comuneros hacen ceremonias a la tierra en lugares de agua o en cursos de ríos o arroyos en el bosque.

Esta cosmovisión está en conflicto porque para algunos, ya no es suficiente obtener los recursos que se necesitan para la comunidad. Los entrevistados expresan que, con la llegada del nuevo propietario, se ha introducido el modelo de extracción y venta de los recursos naturales. Esto ha acarreado sobreexplotación del bosque nativo, de pomponales y de ecosistemas, contradiciendo el espíritu comunitario de sustentar el recurso para hoy y para las generaciones futuras.

8.2.3.7 Demandas ancestrales

En el territorio, cuando las comunidades hablan de las aguas y de los ecosistemas, hablan de un TODO COMÚN, sin separación, como sí lo hace el Estado con las aguas y la tierra.

Para la comunidad, las normativas del Estado de Chile sobre las distintas fuentes de aguas, como afluentes, ríos, lagos, acuíferos, van contra su cultura ancestral, en la que esas aguas forman parte de un territorio sin división. Esta forma de entender el territorio y los recursos contrasta y entra en conflicto con la legalidad chilena, que genera división de las comunidades, por el reparto parcializado e individualizado por el que se les otorgan derechos de aprovechamiento de las aguas a través de comunidades jurídicas o SSR,



desconociendo el reconocimiento de las comunidades indígenas ancestrales (reconocidas desde la época del Virreinato de Perú, y ratificada a través de distintos tratados entre Chile y España).

Puede haber varias comunidades jurídicas que les otorgan derechos de aprovechamiento de las aguas mediante la ley chilena, sin embargo, esto genera conflictos de interés al interior de los territorios, debido a que familias que no forman parte de estas comunidades o comités de SSR, quedan al arbitrio de la voluntad de las que si tienen para obtener agua.

En las islas adyacentes, donde habitan pequeñas comunidades indígenas, suelen mantener esa forma cultural tradicional y con menos problemas para contar con derechos de aprovechamiento de agua, aunque pasan de ser comunidades indígenas a comunidades chilotas. En estas islas, el conflicto cambia de actor con la llegada de nuevos propietarios que vienen de otras zonas del país y con otras costumbres e intereses.

En las entrevistas las comunidades piden a la DGA que el Estado respete el reconocimiento de los territorios y las comunidades indígenas ancestrales que lo habitan. En Chiloé los territorios indígenas y las comunidades están definidas y cada una cuenta con un representante o autoridad tradicional llamado Lonko. Las decisiones que se toman son para el bienestar de toda la comunidad.

8.2.4 Aspectos de financiamiento

El financiamiento del Plan Estratégico corresponde principalmente a actores estatales (recae principalmente en el Ministerio de Obras Públicas), estando concentrada la inversión en obras civiles, de saneamiento, y tecnificación de zonas de riego. Destaca también el presupuesto asignado a recuperación de suelos degradados en la cuenca, como una estrategia para la recuperación del ciclo hidrológico en los sectores afectados.

En general, el presupuesto requerido por el Plan Estratégico supera a la inversión histórica que se ha realizado en la cuenca, tanto a nivel de infraestructura tradicional (embalses), como tecnificación. Este aspecto representa una complejidad en tanto las instituciones sectoriales responsables no disponen de las estructuras para gestionar este financiamiento adicional, lo que en sí requiere de reformas internas.

Respecto de la gobernanza, mencionada en los aspectos institucionales, se propone como una instancia público-privada que debe contar con una Secretaría Técnica, que proporcione un apoyo técnico permanente, manteniendo la continuidad de las actividades que se realizan en la cuenca o en la región. Para mantener esta Secretaría a nivel regional se requiere un presupuesto base **\$202.000.000.-** al año (iniciativa GOB 1.2), y dentro de este monto se considera el establecimiento de un equipo técnico permanente compuesto por un secretario, un equipo de modeladores para mantener operativos los modelos hidrológicos e hidrogeológicos, además de un staff de asesores senior.



Este aporte debiera ser de carácter permanente en el tiempo, sin embargo, no existe claridad de la fuente de financiamiento de esta Secretaría. Si bien, por un parte, pudiera ser financiada por fondos regionales dependientes del Gobierno Regional, pudiera ser también abordada desde el punto de vista sectorial. En esta misma línea, la Secretaría pudiera ser de carácter pública (compuesta por funcionarios de servicios públicos), privada (mediante licitaciones a empresas o centros de estudio), o mixta (con funcionarios y terceros como ejecutores de tareas específicas).

Independientemente de estas consideraciones, se estima que se requiere de una oficina técnica específica y dedicada a estos efectos.

8.3 Estrategia de comunicación

La estrategia de comunicación del Plan considera la difusión y discusión de este con los actores públicos y privados que participan de la gobernanza, así como su comunicación al resto de los actores regionales con interés en la gestión de los recursos hídricos. La estrategia considera los siguientes elementos:

8.3.1 Público objetivo

El público objetivo se divide en aquellos actores participantes de la gobernanza, con responsabilidades en la implementación del Plan; y el resto de la sociedad civil con interés en la gestión de los recursos hídricos.

El archipiélago se caracteriza por tener una cultura de participación, la que se manifiesta a través de una gran cantidad de organismos de la sociedad civil, al mismo tiempo que también existe una fuerte presencia de comunidades indígenas. La estructura es el territorio, no así el agua, aunque está presente en forma constante a lo largo del archipiélago.

En consecuencia, la comunicación con los actores se debe realizar principalmente en forma radial, y luego a través de los SSR y sus canales internos. Los municipios también juegan un rol fundamental en este contexto de demanda de agua desestructurada.

Las Universidades son actores relevantes (Universidad de Los Lagos, Universidad Austral). En este sentido, aparecen actores cuyos intereses se encuentran fuera de la cuenca, como las empresas desalinizadoras y las mineras, que buscan tratar y conducir agua usando el borde costero y el territorio, sin que se promueva el mismo como un destino de las aguas desalinizadas.

Destaca además el trabajo realizado por la Mesa de humedales y el Paisaje de Conservación de Chiloé.

La Tabla 8-3 presenta un resumen de los actores por ámbito de acción.

Tabla 8-3. Resumen de actores por ámbito de acción

Eje	Gobierno Central y Local	Usuarios	Sociedad Civil
Personas	DOH SSR, SISS y DGA MIN SALUD GORE Municipios	Empresa Sanitaria ESSAL Servicios Sanitarios Rurales	Juntas de Vecinos
Ecosistemas	MOP DGA MMA MINAGRI CONAF y SAG GORE Municipios	Empresa Sanitaria ESSAL	Mesa de Humedales Comunidades indígenas ONG Ambientales (AMIPA, Senda Darwin, muchas otras) Universidades y Centros de Estudio
Desarrollo Productivo	MOP DOH, DGOP y DGA MINAGRI CNR e INDAP MIN MINERÍA GORE Municipios	Agricultores	ONG Ambientales Universidades y Centros de Estudio
Eventos Extremos	MOP DGA MINAGRI CNR e INDAP ONEMI GORE Municipios	SSR AGRICULTORES	
Gestión Institucional	MOP DGA		
Gobernanza	MOP DGA MMA GORE Municipios	Empresa Sanitaria ESSAL	Mesa de Humedales Comunidades indígenas ONG Ambientales (AMIPA, Senda Darwin, muchas otras) Universidades y Centros de Estudio

Fuente: Elaboración propia

8.3.2 Contenidos a comunicar

En el caso de los actores de la gobernanza, se les debe traspasar el Plan en forma integral, con sus fundamentos, estrategias, acciones, plazos y presupuestos. En particular, se deben abordar desde el punto de vista de esta gobernanza propuesta para el Plan Estratégico, cual es la estructura, los roles, responsabilidades y atribuciones respecto del instrumento. En tanto actores responsables del Plan, dentro de sus facultades está la modificación de

este, adecuación de sus alcances o acciones, dentro del marco operativo definido por la gobernanza. Se espera que los actores de la gobernanza participen de los grupos de trabajo y accedan a la información según su ámbito de acción.

Para la comunicación de los contenidos y avances del Plan a los actores de la sociedad civil y otros que no participen de la gobernanza, se propone comunicar desde el concepto de Seguridad Hídrica y cada uno de sus ejes: personas, ecosistemas, actividades productivas y eventos extremos. De esta forma, se mantiene la amplitud que el plan ha recogido desde su diseño y formulación. Se considera adecuado realizar un reporte anual a la comunidad, donde se dé cuenta del Estado de la Cuenca y de las acciones que se están desarrollando para mejorar esta situación.

A continuación, se definen los hitos principales de la comunicación, con los contenidos asociados para su difusión:

- Al **inicio del proceso de difusión**, se deberá informar de la elaboración del Plan Estratégico, los resultados principales y las iniciativas comprometidas. Esta información debe tener dos niveles, uno general, indicando del Plan, y la posibilidad de acceder al detalle de las iniciativas. Se considera esta difusión en forma conjunta con la información sobre la constitución del Consejo de Cuenca del Maule y su Secretaría Técnica
- Al **inicio de la implementación del Plan**, se debe declarar cuales son las metas por eje estratégico, los plazos asociados, y los avances comprometidos para cada período. Esta comunicación debe ser permanente, con a lo menos una campaña anual.
- En cada **actualización del Plan Estratégico** se debe difundir los resultados obtenidos en el período precedente, los aprendizajes, las adecuaciones del Plan y las nuevas metas definidas.

Los contenidos a comunicar en todo momento son los siguientes:

- **Gobernanza**
 - (1) Definición del Consejo de Cuenca y mecanismos de gobernanza
 - (2) Integrantes del Consejo de Cuenca y los Grupos de Trabajo
 - (3) Actas de Asambleas ordinarias y extraordinarias
- **Plan Estratégico**
 - (1) Ejes del Plan e indicadores de Impacto, estado actual y estado esperado
 - (2) Iniciativas del Plan, Indicadores de Proceso y avance a la fecha
 - (3) Presupuesto
- **Agenda y comunicaciones**
 - (1) Agenda de Actividades del Plan, del Consejo y los Grupos de Trabajo

- (2) Canal de comunicaciones (consultas, sugerencias, denuncias), con seguimiento e indicadores de respuesta
- (3) Solicitud de reuniones o inclusión de iniciativas nuevas dentro del Plan

- **Cultura del Agua**

- (1) Repositorio de videos, redes sociales y material educativo para una mayor cultura del agua
- (2) Directorio de instituciones con material educativo respecto de los recursos hídricos

- **Directorio del Agua**

- (1) Listado de instituciones y trámites relacionados con los recursos hídricos

8.3.3 Metas

La definición de objetivos y metas es parte fundamental de todo proceso de gestión, ya que se debe optimizar el uso de los recursos para la consecución de estas metas. En este caso, el Plan de Gestión define metas en tanto reducción de la brecha hídrica, respaldadas en iniciativas de inversión pública y privada. Se debe disponer de un proceso único, común y público de seguimiento del cumplimiento de estas metas e iniciativas, elaborado por el órgano de gobernanza y puesto a disposición de la sociedad civil. La estrategia de comunicación también debe definir unos indicadores y metas para la difusión del Plan.

8.4 Identificación de fuentes de financiamiento

Las fuentes de financiamiento público de las iniciativas propuestas pueden ser sectoriales (cuando dependen de las partidas asignadas a un Ministerio en particular), regionales (cuando dependen de los Fondos Nacionales de Desarrollo Regional), o mixtas, cuando resultan de un Convenio de Programación. También se puede dar el caso de financiamiento privado, cuando los usuarios concurren con la totalidad o parcialidad de los costos de inversión requeridos (Tabla 8-4).

Tabla 8-4. Análisis de Fuentes de Financiamiento

Fuente de Financiamiento	Total (UF)	%
Privado	5.240.286,6	44,0%
Público (Regional)	1.448.533,1	12,2%
Público (Sectorial)	5.210.449,5	43,8%
Total general	11.899.269,2	100,0%

Fuente: Elaboración propia



9 MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

El Plan Estratégico es parte de un proceso mejoramiento continuo que permite una gestión adaptativa de los recursos hídricos, adecuándose al avance real en la implementación de las iniciativas propuestas, al resultado obtenido en relación al esperado, y a las condiciones cambiantes del entorno. En este sentido, la etapa de Seguimiento y Evaluación es clave para esta gestión adaptativa.

9.1 Plan de Monitoreo

El Seguimiento del Plan es una actividad permanente, que permite evaluar el cumplimiento de cada una de las metas definidas. Para esto, el seguimiento debe contar con indicadores específicos, que sean comparables entre sí y reflejen en forma clara, directa e inequívoca los resultados de la implementación de las acciones propuestas.

9.1.1 Indicadores

En la Tabla 9-1 se presentan los indicadores para cada una de las iniciativas del Plan. Se definieron distintos indicadores para cada Eje Estratégico, y se distinguieron entre indicadores de impacto e indicadores de proceso. En particular, los **Indicadores de Proceso** corresponden a variables que describen la ejecución de una acción o proceso, ya sea de ejecución única, eventual o permanente. En este caso, se aplican a la verificación de la implementación de las iniciativas del Plan Estratégico.

Los **indicadores de Impacto** fueron definidos y evaluados en el numeral 5.4, Indicadores Hídricos de la Cuenca. En complemento, en este punto se definen los indicadores de proceso, asociados a las iniciativas del Plan Estratégico.

Tabla 9-1. Indicadores de Proceso

Iniciativa	Programa de Seguimiento y control	Duración (años)	Hitos e Indicadores	Métrica
PER 1.1 - Planes de Desarrollo Urbano	Seguimiento a la implementación de los planes de desarrollo	Permanente	21.775 arranques (referencial)	Nº de arranques incorporados
PER 1.2 - Estudio de obras de acumulación de agua para consumo humano	El seguimiento corresponde a la verificación del estudio de prefactibilidad.	1	Acta de recepción del estudio técnico	Nº de estudios ejecutados
PER 2.1 - Capacitación y Acreditación de dirigentes, administradores y operadores	El seguimiento corresponde a la verificación de las capacitaciones, diseño y aprobación de cursos, y convocatoria.	Permanente	125 personas acreditadas al año	Nº de personas acreditadas
PER 2.2 - Profesionalización de los SSR	Generación de subsidio a la contratación de administradores	5	a lo menos 50 SSR beneficiados	Nº de SSR beneficiados
PER 2.3 - Acreditación de SSR que no están bajo dependencia MOP	Inscripción de SSR en el MOP	2 AÑOS	25 SSR inscritos	Nº de SSR inscritos
PER 2.4 - Apoyo para la elaboración del Planes de Inversión y de Mantenimiento Preventiva	Verificación de aprobación de programas de desarrollo por SSR	Permanente	Todos los SSR del archipiélago con Planes de Desarrollo al día	Nº de SSR con Programas de Desarrollo al día
PER 2.5 - Sistema de información para los Servicios Sanitarios Rurales	Seguimiento al desarrollo del sistema (3 módulos), puesta en marcha y carga de SSR	5	1. Diseño del sistema de información 2. Desarrollo 3. Puesta en marcha 4. Carga de información de SSR	Nº de SSR conectados a la plataforma
PER 2.6 - Instalación de Telemetría en los Servicios Sanitarios Rurales	Verificación de instalación de sistemas de medición y de telemetría	10	104 SSR con telemetría	Nº de SSR con sistemas de medición y telemetría



Iniciativa	Programa de Seguimiento y control	Duración (años)	Hitos e Indicadores	Métrica
PER 2.7 - Aumento de la cobertura de agua potable en sectores rurales por arranques pendientes	Aumento de cobertura de población con acceso al agua potable	5	1.642 arranques resueltos	Nº de arranques resueltos
PER 2.8 - Aumento en la cobertura de Saneamiento Rural	Aumento de cobertura de población con acceso al tratamiento de aguas servidas	30	10 SSR	Nº de SSR con tratamiento de aguas servidas
PER 3.1 - Seguridad hídrica para viviendas desconectadas de las Redes Públicas de Agua	Seguimiento a la implementación de las intervenciones por objeto de protección	10	2.000 viviendas con solución definitiva, además de las que estén comprendidas en la expansión de redes urbanas y rurales	Nº de viviendas con solución de seguridad hídrica
ECO 1.1 - Acuerdo de Gestión de Ecosistemas Acuáticos	Realización del estudio y suscripción del acuerdo	2 años	19 acuerdos	Nº de acuerdos de gestión alcanzados
ECO 1.2 - Programa de Seguimiento de Ecosistemas Acuáticos	Seguimiento a las campañas trimestrales de monitoreo.	Permanente	19 humedales con monitoreo	Nº de humedales con monitoreo
ECO 2.1 - Ampliación del programa Paisajes de Conservación de Chiloé	Seguimiento al desarrollo de iniciativas en el archipiélago	5	10 comunas	Nº de comunas incluidas dentro del programa
ECO 2.2 - Estudio para la Protección de fuentes de agua	El seguimiento a la iniciativa está dado por la ejecución del estudio y la difusión de sus resultados.	2	1 estudio ejecutado, verificado mediante recepción de informe final	Nº de estudios ejecutados
ECO 2.3 - Restauración de ecosistemas terrestres	El seguimiento a la iniciativa está dado por el número de iniciativas a escala territorial efectivamente implementadas.	10	13.475 ha recuperadas	Nº de ha recuperadas
ECO 2.4 - Recuperación de suelos degradados	superficie efectivamente bonificada para la restauración de suelos degradados.	10	69.042 ha de suelo recuperadas	superficie efectivamente bonificada para la



Iniciativa	Programa de Seguimiento y control	Duración (años)	Hitos e Indicadores	Métrica
				restauración de suelos degradados.
PRO 1.1 - Adaptación de la Agricultura Familiar Campesina al cambio climático	El seguimiento de la iniciativa corresponde a la verificación del número de beneficiarios que efectivamente recibieron apoyo para la implementación de una solución predial.	10	1.571 usuarios beneficiados	Nº de usuarios beneficiados
EXT 1.1 - Propuesta de Instrumentos de adaptación a condición permanente de escasez	El seguimiento consiste en la ejecución del estudio y la propuesta de instrumentos de adaptación	2	1 estudio ejecutado, verificado mediante recepción de informe final	Nº de estudios ejecutados
GES 1.1 - Determinación de caudal ecológico y ambiental en humedales de la cuenca	El seguimiento consiste en la verificación de la ejecución del estudio correspondiente.	1	20 humedales estudiados	Nº estudios ejecutados
GES 1.2 - Nuevas estaciones de la red hidrométrica	El seguimiento consiste en la verificación de la implementación de los pozos de monitoreo	1	2 estaciones meteorológicas 6 estaciones fluviométricas 5 estaciones de niveles de pozos	Nº de estaciones implementadas
GES 2.1 - Saneamiento y regularización de derechos de aprovechamiento de aguas	El seguimiento consiste en el número de derechos de aprovechamiento efectivamente saneados y de la ejecución de la campaña de difusión	1	468 derechos de aprovechamiento saneados Medios de verificación de la campaña de difusión	Nº de derechos saneados
GES 3.1 - Mejoras en las capacidades de fiscalización	El seguimiento consiste en la verificación de la ejecución del estudio correspondiente y de las capacitaciones a municipios	1	Acta de ejecución del estudio	Nº de estudios y capacitaciones ejecutadas



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

Iniciativa	Programa de Seguimiento y control	Duración (años)	Hitos e Indicadores	Métrica
GOB 1.1 - Implementación de una gobernanza de recursos hídricos para la cuenca	El seguimiento consiste en la verificación de la ejecución del programa correspondiente.	1	Acta de ejecución del programa	1 programa ejecutado
GOB 1.2 - Implementación de una Secretaría Técnica permanente	El seguimiento consiste en la verificación de la ejecución del estudio correspondiente.	1	Definición de alcances, financiamiento y licitación de Secretaría Técnica	Años de operación de la Secretaría Técnica
GOB 2.1 - Fortalecimiento de la Gestión hídrica Municipal	Seguimiento consiste en la verificación del rol de coordinación	5	5 años de coordinación	Años de funcionamiento del coordinador

Fuente: Elaboración propia



9.1.2 Seguimiento

El seguimiento del Plan de Gestión permite medir tanto la implementación de las iniciativas, como su impacto en el territorio y en el cierre de cada brecha. Es una actividad clave para el control y balance de las estrategias propuestas.

El seguimiento del Plan es responsabilidad de la gobernanza y los actores que la conforman. Sin embargo, dada la complejidad de los indicadores propuestos, se considera necesario que se defina una secretaría técnica con financiamiento público, que realice los informes técnicos correspondientes y los ponga a disposición de la gobernanza.

Esta actividad debe ser asignada en forma específica dentro de la gobernanza adoptada para el Plan Estratégico. Se estima que es una actividad técnica, permanente, que requiere de un equipo profesional contratado específicamente para la ejecución de esta tarea y la entrega de reportes a lo menos anualmente, en función de los indicadores que se describen en el punto siguiente. La dependencia de este equipo técnico ya sea público, privado o mixto, dependerá exclusivamente del modelo de gobernanza adoptado.

Complementariamente, para que el seguimiento sea efectivo, esta información debe ser pública, para ser sometida al escrutinio de la sociedad civil. Este concepto de reportabilidad es clave para un control ciudadano efectivo sobre la gestión de los recursos hídricos.

9.2 Mecanismos para el análisis y la toma de decisiones

El instrumento propuesto es un Plan Estratégico, con un horizonte de planificación de 30 años. Si bien es imprescindible contar con una mirada de largo plazo, se debe contar también con Planes de Gestión de corto plazo, que permitan incorporar de manera permanente las mejoras que se requieran para el Plan general, producto del análisis de la ejecución de este, de sus resultados, y de los cambios de contexto.

Por lo tanto, se requiere un ejercicio permanente de evaluación y adaptación, que se traduce en una revisión quinquenal, donde se revise el cumplimiento dentro del período anterior, y se ajusten las iniciativas a las demandas del momento. Según la estructura de gobernanza propuesta para el Plan Estratégico, estos planes quinquenales deben ser coordinados por la Secretaría Ejecutiva, y validados por el Consejo de Cuenca. En complemento, el Plan Estratégico se debiera reformular cada 10 años.

Se debe tener presente que el Plan Estratégico es un instrumento que orienta la gestión de la cuenca, y en este caso, también la región de Atacama. En ese sentido, es un aporte a las decisiones el Consejo Regional de Recursos Hídricos, quien tiene la facultad de definir prioridades y las acciones a emprender para dar cuenta de estas.



Con todo, si bien los indicadores de proceso pueden variar en función de las prioridades establecidas por el Consejo, se debe atender la necesidad de mejorar los indicadores de impacto definidos para la cuenca.

10 ASPECTOS NORMATIVOS

Los Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH) son instrumentos de carácter sectorial, que definen un conjunto de acciones tendientes a alcanzar y mantener la seguridad hídrica en el territorio.

Desde el punto de vista sectorial, la formulación de estos Planes responde al mandato de la Dirección General de Aguas respecto de Planificar el desarrollo del recurso en las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento y arbitrar las medidas necesarias para prevenir y evitar el agotamiento de los acuíferos (art 299, del Código de Aguas); y que se encuentran contenidos en las modificaciones a este cuerpo normativo publicadas en abril de 2022, específicamente en el artículo 293 bis. La incorporación de los PEGH dentro del Código de Aguas es relevante en tanto se formaliza a este instrumento como la estructura base para la planificación en las cuencas, al mismo tiempo que definiría la necesidad de actualizarlo cada diez años.

En atención a lo evaluado en esta cuenca, se identificó la necesidad de instrumentos de planificación de carácter regional, interregional (macrozonas) y nacional que definan las políticas generales respecto de la gestión de los recursos hídricos, al estilo de una Estrategia Nacional de Recursos Hídricos y una Política Nacional de Recursos Hídricos. En este sentido, el análisis por cuenca, si bien es adecuado a la escala local, no permite la discusión de soluciones que, por su escala, trascienden el ámbito de la cuenca, como puede ser la evaluación de las carreteras hídricas, el rol de la Ley de Riego en la eficiencia hídrica, y particularmente una Estrategia Nacional de Desalinización.

A continuación se mencionan algunos aspectos normativos relevantes para la gestión de los recursos hídricos en la cuenca.

10.1 Modificaciones al Código de Aguas

Con fecha 6 de abril de 2022, se publicó en el Diario Oficial y entró en vigencia la Ley N° 21.435 que reforma el Código de Aguas. A continuación se presenta un resumen de las principales modificaciones que incorpora este cuerpo normativo⁵³.

Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas

Se establece la creación de Planes Estratégicos de Recursos Hídricos que buscan propiciar la seguridad hídrica para cada cuenca, son públicos y se deben actualizar cada 10 años.

En el artículo 293 bis se señala que cada cuenca del país deberá contar con un Plan Estratégico de Recursos Hídricos tendiente a propiciar la seguridad hídrica en el contexto de las restricciones asociadas al cambio climático, el cual será público.

Dicho plan será actualizado cada diez años o menos, y deberá considerar a lo menos los siguientes aspectos:

1. La modelación hidrológica e hidrogeológica de la cuenca.
2. Un balance hídrico que considere los derechos constituidos y usos susceptibles de regularización; la disponibilidad de recursos hídricos para la constitución de nuevos derechos, y el caudal susceptible de ser destinado a fines no extractivos.
3. Un plan de recuperación de los acuíferos cuya sustentabilidad, en cuanto a cantidad y calidad físico química, se encuentre afectada.
4. Un plan para hacer frente a las necesidades futuras de recursos hídricos con preferencia en el consumo humano. Una evaluación por cuenca de la disponibilidad de implementar e innovar en nuevas fuentes para el aprovechamiento y la reutilización de aguas, con énfasis en soluciones basadas en la naturaleza, tales como, la desalinización de agua de mar, la reutilización de aguas grises y servidas, la recarga artificial de acuíferos, la cosecha de aguas lluvias y otras. Dicha evaluación incluirá un análisis de costos de las distintas alternativas, la identificación de los potenciales impactos ambientales y sociales para una posterior evaluación, y las proyecciones de demanda para consumo humano a diez años.
5. Un programa quinquenal para la ampliación, instalación, modernización y/o reparación de las redes de estaciones fluviométricas, meteorológicas, sedimentométricas, y la mantención e implementación de la red de monitoreo de calidad de las aguas, de niveles de pozos, embalses, lagos, glaciares y rutas de nieve.

⁵³ Revisado en: <https://www.carey.cl/entra-en-vigor-la-reforma-al-codigo-de-aguas/#:~:text=La%20Reforma%20consagra%20el%20derecho,entregar%20las%20aguas%20reservadas%20a>



6. Adicionalmente, en el evento de que se hayan establecido en la cuenca los planes de manejo a los que hace referencia el artículo 42 de la ley N° 19.300, deberán incorporarse al respectivo Plan Estratégico de Recursos Hídricos.

El referido Plan deberá ser consistente con las políticas para el manejo, uso y aprovechamiento sustentables de los recursos naturales renovables a los que hace referencia la letra a) del artículo 71 de la ley N° 19.300.

Un reglamento dictado por el Ministerio de Obras Públicas establecerá el procedimiento y los requisitos específicos para confeccionar los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en cuencas.

Derecho de Aprovechamiento de Aguas (“DAA”)

La Reforma reafirma el carácter de derecho real de los DAA. Sin embargo, los nuevos DAA que se constituyan tendrán límites temporales, hasta por 30 años, prorrogables automáticamente, salvo que la Dirección General de Aguas (“DGA”) pruebe su no uso efectivo o la afectación a la sustentabilidad de la fuente. Asimismo, se agrega el concepto de interés público como requisito de procedencia para la constitución de nuevos DAA.

Adicionalmente la Reforma:

Establece que todos los DAA (incluso los constituidos antes de la Reforma) estarán sujetos a la causal de extinción por falta de uso efectivo, respecto del caudal no utilizado, si no se construyen las obras que permitan su captación y/o restitución efectiva, dentro de un plazo de 5 años (derechos consuntivos) o 10 años (derechos no consuntivos), que se contará desde su primera inclusión en la nómina anual de patentes por no utilización, a partir del mes de enero de 2023.

Dispone una priorización o preferencia de los usos de subsistencia, consumo humano y saneamiento respecto de otros usos productivos, tanto para el otorgamiento de DAA como para la limitación al ejercicio de estos. A su vez, se mantiene la posibilidad de cambiar destino de uso de DAA, sujeto a deberes de información, salvo el caso de ciertos DAA otorgados para satisfacer necesidades de consumo humano o saneamiento.

Crea la figura de los DAA in situ o no extractivos, destinados a fines de conservación ambiental o desarrollo de proyectos de turismo sustentable, recreacional o deportivo, que no estarán sujetos al sistema de patentes por no uso por falta de construcción de obras de captación y/o restitución, pudiendo los DAA existentes reconvertirse a esta modalidad.

Amplia las prohibiciones existentes para la constitución de nuevos DAA a glaciares, áreas declaradas bajo protección oficial de la biodiversidad, y extiende el área geográfica de esta limitación respecto de vegas, pajonales y bofedales en el norte de Chile.



Dispone que los DAA constituidos en forma previa a la Reforma que no estén inscritos en el Registro de Propiedad de Aguas ("RPA") del Conservador de Bienes Raíces ("CBR"), pueden caducar si es que no se inscriben en el plazo de 18 meses contados desde la publicación de la Reforma en el Diario Oficial, con ciertas excepciones.

Derecho humano al agua y su saneamiento

La Reforma consagra el derecho humano al agua y su saneamiento, estableciendo que el Presidente de la República podrá constituir reservas de aguas superficiales o subterráneas para la función de subsistencia, la facultad de la DGA para constituir DAA para dichos usos y la posibilidad de entregar las aguas reservadas a empresas sanitarias para garantizar el consumo humano y saneamiento.

Patentes por no utilización

Se introducen una serie de cambios en el sistema de cálculo de las patentes por no utilización de las aguas, en virtud de los cuales, los montos de patentes se duplican cada 5 años en forma indefinida y se establecen exenciones solamente para los DAA inscritos a nombre de un comité u asociación de agua potable rural o de servicios sanitarios rurales; de ciertas comunidades agrícolas, de indígenas o comunidades indígenas y los DAA para fines no extractivos.

Nuevas atribuciones generales de redistribución de aguas de la DGA

La Reforma establece que en los casos en que las respectivas fuentes de abastecimiento de aguas no contengan los recursos suficientes para satisfacer todos los DAA de ejercicio permanente en su integridad y el caudal total deba, por tanto, distribuirse en partes alícuotas entre los mismos DAA, la DGA tendrá la atribución de imponer medidas de redistribución de las aguas, debiendo siempre garantizar la priorización de los usos de consumo humano, saneamiento y el uso doméstico de subsistencia, en todas las zonas donde no existe o existe más de una organización de usuarios con jurisdicción para distribuir (cuencas hidrográficas con más de una Junta de Vigilancia) y así lo solicite una de ellas.

Nuevas atribuciones de la DGA en relación con declaraciones de zonas de escasez hídrica

La Reforma refuerza el mecanismo de declaración de zonas de escasez, al otorgar a la DGA atribuciones especiales para intervenir en la distribución de las aguas y suspender las medidas de distribución de las organizaciones de usuarios en casos calificados de sequía extrema. Esta medida puede ser adoptada en forma indefinida y otorga a la DGA la atribución de imponer medidas de redistribución para garantizar el consumo humano, saneamiento o uso doméstico de subsistencia, incluso en áreas bajo la jurisdicción de organizaciones de usuarios.



Facultades presidenciales especiales

La Reforma faculta al Presidente de la República para que de manera extraordinaria, pueda constituir DAA aunque no exista disponibilidad, para satisfacer fines de subsistencia o de conservación del recurso.

Aguas del minero

En relación con las aguas del minero, que son aquellas aguas halladas por los concesionarios mineros en las labores de exploración y explotación minera y que pueden ser utilizadas, sin necesidad de contar con DAA especiales, para los fines de las concesiones correspondientes, la Reforma limita dicho aprovechamiento a la explotación minera y se establecen deberes de información y registro. Asimismo, se establece que su ejercicio no puede afectar la sustentabilidad del acuífero y, en caso de grave afectación al acuífero o de derechos de terceros, la DGA puede limitar su ejercicio.

Mayor regulación de las aguas subterráneas y otorgamiento y ejercicio de DAA sobre ellas

Se establece la obligación de formar Comunidades de Aguas Subterráneas dentro del plazo de un año contado desde la declaración de una Zona de Prohibición o una Área de Restricción, disponiéndose además que los titulares de DAA que no participen en este proceso no podrán obtener autorización de cambios de punto de captación de sus DAA.

Asimismo, la Reforma introduce la obligación de los titulares de DAA ubicados en una Zona de Prohibición o Área de Restricción de instalar sistemas de medición y monitoreo de la extracción de aguas y sistemas de transmisión de dicha información a la DGA.

La Reforma además incorpora la causal de "degradación del acuífero que afecte su sustentabilidad" para la procedencia de la medida de reducción temporal del ejercicio de DAA, lo que deberá ser aplicado obligatoriamente por la DGA.

Por otra parte, se establecen nuevos requisitos para aprobar los cambios de punto de captación de los DAA comprendidos en un Área de Restricción o Zona de Prohibición, disponiéndose que la DGA debe comprobar que el cambio de punto de captación no implique descensos en la situación hidrológica del acuífero que pongan en riesgo su sustentabilidad o un grave riesgo de intrusión salina, y que no afecte a DAA de terceros.

Finalmente, se introducen cambios en las normas sobre recarga de los acuíferos, considerándose la recarga de aguas lluvias como una recarga natural, sin requerir informe de la DGA para desarrollar tal actividad.



Caudal mínimo ecológico

La DGA podrá establecer caudales mínimos ecológicos no solo para los nuevos DAA, sino que también en caso de traslados del ejercicio de un DAA y respecto de DAA existentes en áreas declaradas bajo protección oficial de la biodiversidad.

Procedimientos de regularización del artículo 2° y 5° transitorio

Respecto de este tipo de procedimientos de regularización de DAA que tienen por objeto obtener la inscripción de los DAA reconocidos como existentes en nuestra legislación pero que no se encuentran inscritos, en el RPA del CBR competente a nombre de su actual titular, la Reforma dispone que los mismos sólo podrán iniciarse dentro de los 5 años desde su publicación y que serán tramitados y resueltos exclusivamente por la DGA, sin intervención judicial o del Servicio Agrícola y Ganadero, como ocurre en la actualidad. Respecto del procedimiento del artículo 2° transitorio del Código de Aguas, se prevé la consulta a organizaciones de usuarios de aguas respecto de las características y antigüedad de los DAA.

10.2 Ley Marco de Cambio Climático

El lunes 13 de junio de 2022 fue publicada en el Diario Oficial la Ley Marco de Cambio Climático. La ley establece como meta que el país sea carbono neutral y resiliente al clima a más tardar el 2050, una fecha que incluso podría adelantarse si las circunstancias así lo permiten, ya que será revisada cada cinco años. Además, para enfrentar el cambio climático, establece acciones concretas para 17 ministerios.

En concreto se definen 11 planes sectoriales (dentro de los que se encuentran los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos por cuenca, PERHC; además de instrumentos nacionales (Plan de Acción Nacional de Cambio Climático), regionales (Plan de Acción Regional de Cambio Climático, PARCC) y comunales (Plan de Acción Comunal de Cambio Climático, PACCC). A nivel regional se definen los Consejos Regionales de Cambio Climático (CORECC). Todos estos instrumentos deben alinearse bajo la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC).

10.2.1 Estrategia Climática de Largo Plazo

La Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) es un instrumento reconocido en el Acuerdo de París, en el que se definen los lineamientos generales de largo plazo que seguirá el país de manera transversal e integrada, considerando un horizonte a 30 años para el cumplimiento del objeto de esta ley.

-
- a) Presupuesto nacional de emisiones de gases de efecto invernadero al año 2030 y 2050, según la meta del artículo 4° y conforme a la Contribución Determinada a Nivel Nacional, de acuerdo a criterios de costo efectividad y equidad de las cargas. Además, contendrá lineamientos respecto del manejo contable de las absorciones, de las emisiones del transporte internacional y de los resultados de mitigación producto de la cooperación internacional. El presupuesto nacional de emisiones para el año 2040 será asignado en la actualización de la Estrategia Climática de Largo Plazo;
- b) Presupuestos sectoriales de emisiones de gases de efecto invernadero al año 2030 asignados a los sectores señalados en el artículo 8°, de acuerdo a criterios de costo efectividad y equidad. Los presupuestos sectoriales de emisiones para los siguientes periodos serán asignados en el proceso de actualización de la Estrategia Climática de Largo Plazo. Las reducciones de emisiones necesarias para no sobrepasar el presupuesto sectorial respectivo se alcanzarán mediante las medidas contempladas en los Planes Sectoriales de Mitigación;
- c) Niveles de absorción y almacenamiento de gases de efecto invernadero para alcanzar y mantener la meta del artículo 4°, estableciendo lineamientos relativos a conservación de ecosistemas, restauración ecológica, forestación y reforestación con especies nativas, tecnologías y prácticas para la captura y almacenamiento de carbono, incluyendo consideraciones sobre las opciones de reducción de riesgos basadas en los océanos y sus efectos de mitigación. Los lineamientos no incentivarán la plantación de monocultivos forestales;
- d) Objetivos, metas e indicadores de mitigación y adaptación a mediano plazo, conforme a lo establecido en la Contribución Determinada a Nivel Nacional;
- e) Lineamientos para las acciones transversales de adaptación que se implementarán en el país, estableciendo objetivos, metas e indicadores de vulnerabilidad y adaptación a nivel nacional, que contendrá obras y acciones mínimas para la adaptación al cambio climático de manera de proteger a la población, sus derechos fundamentales y a los ecosistemas a mediano y largo plazo, conforme a lo establecido en la letra i) de este artículo, que permitan hacer seguimiento de los avances en la materia y establecer prioridades que orienten las medidas sectoriales y regionales. Dichos lineamientos deberán resguardar el uso del agua para consumo humano de subsistencia y saneamiento y para la conservación de la biodiversidad. Estas directrices corresponderán al Plan Nacional de Adaptación;
- f) Lineamientos para que las medidas de mitigación y adaptación consideren soluciones basadas en la naturaleza, con especial énfasis en la sostenibilidad ambiental en el uso del agua frente a amenazas y riesgos asociados a sequías, crecidas y contaminación, y la consideración de refugios climáticos;
-

-
- g) Directrices en materia de evaluación de riesgos y pérdidas y daños asociados al cambio climático, considerando la vulnerabilidad de cada sector específico a los efectos adversos, tanto evitados, no evitados e inevitables, del cambio climático;
- h) Mecanismos de integración entre las políticas nacionales, sectoriales y regionales, considerando las sinergias entre adaptación y mitigación, e
- i) Criterios de monitoreo, reporte y verificación del cumplimiento de las metas y medidas de los instrumentos de gestión del cambio climático, los planes sectoriales de mitigación y adaptación, definidos de acuerdo con los requerimientos de los compromisos internacionales de Chile y velando por la transparencia en el seguimiento, calidad y coherencia de los datos reportados.

El procedimiento para la elaboración de la Estrategia Climática de Largo Plazo estará a cargo del Ministerio del Medio Ambiente, en coordinación con las autoridades sectoriales señaladas en el artículo 17 y los ministerios competentes. Deberá contemplar, al menos, una etapa de participación ciudadana, que tendrá una duración de sesenta días hábiles, el informe previo del Comité Científico Asesor para el Cambio Climático y el pronunciamiento del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, previa consulta al Consejo establecido en el artículo 20.

Respecto del Sector recursos hídricos, la ECLP contempla los siguientes Objetivos:

1. **Objetivo 1:** Promover la seguridad hídrica, priorizando el abastecimiento para consumo humano, seguido de la provisión de agua para los ecosistemas y, luego, las actividades productivas estratégicas.
2. **Objetivo 2:** Incentivar la gestión integrada de cuencas hidrográficas apuntando a la búsqueda de soluciones innovadoras que indaguen prospectivamente la brecha entre la oferta y la demanda de agua.
3. **Objetivo 3:** Promover la investigación, desarrollo e innovación de inventarios, sistemas de generación de conocimientos, difusión y educación, monitoreo de la extracción y uso de agua en las cuencas, en materia de recursos hídricos.
4. **Objetivo 4:** Facilitar la coordinación entre organismos del Estado pertinentes, así como sus competencias técnicas, velando por la capacitación del personal del servicio público, a fin de promover la conexión estratégica en temas relativos a recursos hídricos y cambio climático.
5. **Objetivo 5:** Promover en el contexto del cambio climático, el fortalecimiento de acciones estratégicas necesarias para alcanzar la cobertura y calidad deseable en materia de saneamiento universal y en la adecuada gestión de los residuos líquidos en el territorio nacional. Las metas de este objetivo serán reportadas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

10.2.2 Planes sectoriales de Mitigación y/o Adaptación al Cambio Climático

La Ley define los siguientes Planes Sectoriales de Adaptación:

- a) Biodiversidad, incluyendo ecosistemas terrestres y marinos, cuya elaboración corresponderá al Ministerio del Medio Ambiente;
- b) Recursos hídricos, cuya elaboración corresponderá al Ministerio de Obras Públicas. Su objetivo principal será establecer instrumentos e incentivos para promover la resiliencia ante los efectos adversos del cambio climático sobre los recursos hídricos, tales como la sequía, inundación y pérdida de calidad de las aguas, velando por la prioridad del consumo humano, de subsistencia y saneamiento, la preservación ecosistémica, la disponibilidad de las aguas y la sustentabilidad acuífera;
- c) Infraestructura, cuya elaboración corresponderá al Ministerio de Obras Públicas;
- d) Salud, cuya elaboración corresponderá al Ministerio de Salud;
- e) Minería, cuya elaboración corresponderá al Ministerio de Minería;
- f) Energía, cuya elaboración corresponderá al Ministerio de Energía;
- g) Silvoagropecuario, cuya elaboración corresponderá al Ministerio de Agricultura;
- h) Pesca y acuicultura, cuya elaboración corresponderá al Ministerio de Economía, Fomento y Turismo;
- i) Ciudades, cuya elaboración corresponderá al Ministerio de Vivienda y Urbanismo;
- j) Turismo, cuya elaboración corresponderá al Ministerio de Economía, Fomento y Turismo;
- k) Zona costera, cuya elaboración corresponderá al Ministerio de Defensa Nacional, y De transportes.

10.2.3 Planes Estratégicos de Recursos Hídricos

En el Artículo 13 se establecen los contenidos de los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas. El Ministerio de Obras Públicas estará encargado de la elaboración de los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas, en conjunto con el Ministerio del Medio Ambiente; de Agricultura; de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, de Relaciones Exteriores cuando comprenda cuencas transfronterizas, y de los CORECC respectivos. Estos instrumentos tienen por objeto contribuir con la gestión hídrica, identificar las brechas hídricas de agua superficial y subterránea, establecer el balance hídrico y sus proyecciones, diagnosticar el estado de información sobre cantidad, calidad, infraestructura e instituciones que intervienen en el proceso de toma de decisiones respecto al recurso hídrico y proponer un conjunto de acciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático sobre el recurso hídrico, con el fin de resguardar la seguridad hídrica.



Cada cuenca del país deberá contar con un Plan Estratégico de Recursos Hídricos, el cual será público, deberá revisarse cada cinco años, actualizarse cada diez y considerar, a lo menos, los siguientes aspectos:

- a) La caracterización de la cuenca;
- b) La modelación hidrológica e hidrogeológica de la cuenca y la modelación de la calidad del agua superficial y subterránea, de manera coordinada con los órganos competentes;
- c) Un balance hídrico que considere los derechos constituidos y usos susceptibles de regularización, la disponibilidad de recursos hídricos para la constitución de nuevos derechos y el caudal susceptible de ser destinado a fines no extractivos;
- d) Un plan de recuperación de acuíferos cuya sustentabilidad, en cuanto cantidad y/o calidad, incluyendo parámetros biológicos, físicos y químicos, se encuentre afectada o haya riesgo de afectación;
- e) Un plan para hacer frente a las necesidades presentes y futuras de recursos hídricos con preferencia en el consumo humano y la conservación y preservación de la naturaleza. Se incluirá una evaluación por cuenca de la disponibilidad de implementar e innovar en nuevas fuentes para el aprovechamiento y la reutilización de aguas, con énfasis en soluciones basadas en la naturaleza, tales como la restauración o conservación de humedales, riberas, bosque nativo, prácticas sustentables agrícolas, así como las mejores técnicas disponibles para la desalinización de agua de mar, la reutilización de aguas grises y servidas, la recarga artificial de acuíferos, la cosecha de aguas lluvias y otras que sean aplicables. Dicha evaluación incluirá un análisis de costos y beneficios de las distintas alternativas; la identificación de los potenciales impactos ambientales y sociales para una posterior evaluación, y las proyecciones de demanda a diez años, para consumo humano y la conservación y preservación de la naturaleza;
- f) Medidas concretas para hacer frente a los efectos adversos derivados del cambio climático, tales como sequías, inundaciones y pérdida de calidad de las aguas;
- g) Los planes de manejo a los que hace referencia el artículo 42 de la ley N° 19.300, en el caso que se hayan dictado;
- h) Un programa quinquenal para la ampliación, instalación, modernización y/o reparación de las redes de estaciones fluviométricas, meteorológicas, sedimentométricas, y la mantención e implementación de la red de monitoreo de calidad de las aguas superficiales y subterráneas, de niveles de pozos, embalses, lagos, glaciares y rutas de nieve, e
- i) Indicadores anuales de cumplimiento de la planificación y avance de cada plan, identificando el organismo del Estado responsable de su implementación. Dicha información y la de los modelos conceptuales con sus códigos y escenarios de cambio

climático que se generen en cada plan será de público acceso en una plataforma electrónica dispuesta al efecto.

Las medidas que deban ser implementadas por los órganos señalados en el inciso anterior podrán ser priorizadas en su respectivo ámbito de gestión, de acuerdo con su disponibilidad presupuestaria, e informadas al Ministerio de Obras Públicas.

Dichos planes deberán ser consistentes con las políticas para el manejo, uso y aprovechamiento sustentables de los recursos naturales renovables a que hace referencia el artículo 70, letra i), de la ley N° 19.300, la Estrategia Climática de Largo Plazo y el Plan de Adaptación de Recursos Hídricos.

Los Planes de Acción Regional de Cambio Climático deberán considerar los planes estratégicos de recursos hídricos en cuencas cuando corresponda. Asimismo, dichos planes estratégicos deberán ser considerados en la elaboración y actualización de los instrumentos de planificación territorial y los planes regionales de ordenamiento territorial que sean aplicables.

Cuando los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas recaigan sobre cuencas transfronterizas, la Dirección General de Aguas remitirá a la Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Estado el respectivo Plan, para el ejercicio de sus competencias.

Un reglamento expedido por decreto supremo del Ministerio de Obras Públicas establecerá el procedimiento para la elaboración, revisión y actualización, así como el monitoreo y reporte de los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas, debiendo considerar al menos, una etapa de participación ciudadana de sesenta días hábiles.

10.2.4 Planes de Acción Nacionales, Regionales y comunales

La elaboración de los PARCC corresponde a los CORECC, y tienen por finalidad definir los objetivos e instrumentos de la gestión del cambio climático a nivel regional y comunal, y contendrán al menos las siguientes acciones de adaptación:

- a) Contexto del cambio climático, sus proyecciones y sus potenciales impactos en la región;
- b) Caracterización de la vulnerabilidad al cambio climático en la región;
- c) Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta, tales como carbono negro, dióxido de azufre y compuestos orgánicos volátiles, a nivel regional, que permita enfocar las medidas de mitigación;
- d) Medidas de mitigación y adaptación propuestas en los planes sectoriales respectivos, considerando sus efectos en las reducciones de emisiones de gases de

-
- efecto invernadero y vulnerabilidad a los efectos adversos del cambio climático a nivel regional;
- e) Medidas relativas a los medios de implementación, incluyendo identificación de fuentes de financiamiento a nivel regional;
 - f) Identificación y priorización de medidas de mitigación y adaptación para la región, las que deberán contar con financiamiento regional y apoyar el cumplimiento de los objetivos de la Estrategia Climática de Largo Plazo y los Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación;
 - g) Las medidas que incluya el plan deberán describirse detalladamente, con indicación de plazos de implementación y asignación de responsabilidades, y
 - h) Indicadores de monitoreo, reporte y verificación de cumplimiento de las medidas del plan a que se hace referencia en el literal f), en relación con el cumplimiento de las metas sectoriales establecidas en la Estrategia Climática de Largo Plazo, con una frecuencia anual.

Los Planes de Acción comunal de Cambio Climático deberán ser elaborados por los municipios, en forma consistente con la Estrategia Climática de Largo Plazo, y los Planes de Acción Regional. Estos planes contendrán al menos:

- a) Caracterización de la vulnerabilidad al cambio climático y potenciales impactos en la comuna,
- b) Medidas de mitigación, adaptación a nivel comunal y relativas a los medios de implementación, incluyendo la identificación de sus fuentes de financiamiento a nivel comunal,
- c) Descripción detallada de las medidas que consideran, con indicación de plazos de implementación y asignación de responsabilidades, e
- d) Indicadores de monitoreo, reporte y verificación de cumplimiento de las medidas del Plan, conforme a la Estrategia Climática de Largo Plazo.

10.2.5 Institucionalidad para el Cambio Climático

La entidad principal para la implementación de esta ley es el Ministerio de Medio Ambiente, acompañado de las autoridades que tienen competencia en aquellos sectores que representan las mayores emisiones de gases de efecto invernadero o la mayor vulnerabilidad al cambio climático en el país. Esto es, los Ministerios de Agricultura, de Economía, Fomento y Turismo, de Energía, de Minería, de Obras Públicas, de Salud, de Transportes y Telecomunicaciones, de Defensa Nacional, de Vivienda y Urbanismo y del Medio Ambiente. Se crea además el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, el Comité Científico Asesor para el Cambio Climático, y el Consejo



Nacional para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, que servirá como instancia multisectorial para emitir opinión sobre los instrumentos de gestión de cambio climático que establece esta ley, su grado de avance y sobre los efectos que genera su implementación.

El **Equipo Técnico Interministerial para el Cambio Climático (ETICC)** colaborará con el Ministerio del Medio Ambiente en el diseño, elaboración, implementación, actualización y seguimiento de los instrumentos de gestión del cambio climático. Asimismo, podrá proveer asistencia técnica a otros órganos de la Administración del Estado o servicios públicos con competencia en dicha materia.

A nivel regional, las **Secretarías Regionales Ministeriales** realizarán la gestión del cambio climático a nivel regional, en concordancia con los Planes sectoriales, y en coordinación con los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC) y Planes de Acción Regional de Cambio climático.

En cada región del país habrá un **Comité Regional para el Cambio Climático, CORECC**, cuya principal función será coordinar la elaboración de los instrumentos para la gestión del cambio climático a nivel regional y comunal. En el ejercicio de dicha función, corresponderá especialmente a los Comités Regionales para el Cambio Climático facilitar y promover la gestión del cambio climático a nivel regional, entregar directrices para integrar la temática del cambio climático en las políticas públicas regionales, identificar sinergias con las políticas nacionales e incentivar la búsqueda de recursos regionales para el desarrollo de medidas y acciones de mitigación y adaptación al cambio climático y de los medios de implementación definidos en el Plan de Acción Regional de Cambio Climático y la Estrategia Climática de Largo Plazo.

Sin perjuicio de las atribuciones conferidas por la ley, las **municipalidades** colaborarán en la gestión del cambio climático a nivel local, individualmente o a través de asociaciones municipales, mediante el apoyo e integración de los CORECC y la participación en la elaboración de los planes regionales y comunales de cambio climático, en concordancia con las directrices de la Estrategia Climática de Largo Plazo. Las municipalidades deberán incluir en la dictación de sus planes, programas y ordenanzas la variable de cambio climático, en lo que corresponda.

Las municipalidades, en coordinación con los CORECC, podrán crear **mesas territoriales de acción por el clima**, en función de las características específicas de cada territorio, en las que participarán representantes de la sociedad civil y especialmente representantes de los grupos vulnerables, con el objeto de proponer y relevar las acciones y medidas más urgentes que se requiera implementar en los respectivos territorios, de conformidad con lo dispuesto en esta ley.



10.3 Ley de Servicios Sanitarios Rurales

La Ley que regula los Servicios Sanitarios rurales, o Ley 20.998, fue publicada en febrero de 2017, y a la fecha se encuentran en discusión parlamentaria la posibilidad de flexibilizar sus requisitos y plazos de implementación, a fin de garantizar una implementación gradual y adecuada, y fortalecer la asistencia y el acompañamiento a los comités y cooperativas de servicios sanitarios rurales en el tiempo intermedio

La ley menciona dos planes dentro de su articulado, Planes de Acción y Planes de Inversión.

Los Planes de Acción son definidos en el artículo 18 de la ley, por complemento a los requerimientos que cada licenciataria (SSR que cuenta con autorización de operación) debe acreditar cada 5 años, los que se establecen en el artículo 17, que se detalla a continuación.

Artículo 17.- Evaluación. No obstante el carácter de indefinidas de las licencias, cada cinco años las licenciatarias deberán acreditar ante la Subdirección el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Calidad del agua, conforme al decreto supremo N° 735, del Ministerio de Salud, de 1969, que contiene el Reglamento de los Servicios de Agua Destinados al Consumo Humano, o las normas que lo reemplacen.
- b) Cantidad.
- c) Continuidad del servicio.
- d) La existencia de un fondo de reserva para garantía del servicio.
- e) La existencia de un plan de inversiones aprobado por la Subdirección, cuando corresponda.

Se exceptuarán de cumplir la exigencia del plan de inversiones aquellos sistemas que en su estructura tarifaria sólo contemplen operación y mantenimiento de instalación e infraestructura.

f) La existencia de algún título para el uso o dominio de derechos de aprovechamiento de aguas.

g) La aprobación de los estados financieros por la Subdirección.

Las licenciatarias clasificadas como operadores mayores deberán mantener a disposición de la Subdirección los estados financieros auditados del año respectivo.



-
- h) Gestión administrativa informada favorablemente por la Subdirección.
 - i) Cálculo tarifario aprobado.
 - j) Nivel tarifario.

La Subdirección podrá exceptuar del cumplimiento de alguno de los requisitos antes señalados, por resolución fundada, a los siguientes operadores:

- a) Los que operen en zonas extremas.
- b) Los que operen con menos de cien arranques.
- c) Los que sean calificados fundadamente por la Subdirección como exceptuados.

Artículo 18.- Quienes no cumplan con los requisitos exigidos en el artículo anterior (art. 17) tendrán un plazo adicional de cinco años para hacerlo. En dicho caso deberán proponer a la Subdirección un plan de acción, el que deberá ser aprobado por ésta. Corresponderá al reglamento determinar las condiciones y requisitos que deberá contener el plan de acción.

Si vencido el plazo adicional no se ha dado cumplimiento al plan de acción y a los requisitos, la licencia se transformará en provisoria.

En consecuencia, el Plan de Acción no es mandatorio, y solo corresponde su implementación para el caso de incumplimientos a los requerimientos establecidos en el artículo 17.

En complemento, se mencionan los Planes de Inversiones, mencionados en el literal e) del artículo 17, y que se detallan en el artículo 20.

Artículo 20 .- Solicitud. La solicitud de licencia se presentará ante la Subdirección. La solicitud, cuyas características se determinarán en el reglamento, contendrá, a lo menos, lo siguiente:

- 1) La identificación del comité o cooperativa peticionaria.
- 2) Un certificado de vigencia de la organización, emitido por la autoridad competente.
- 3) La identificación de la etapa del servicio sanitario rural que se solicita, de acuerdo a la clasificación indicada en el artículo 7º de esta ley.



4) La identificación de las fuentes de agua y sus respectivos derechos, en el caso de la licencia de producción rural de agua potable.

La licenciataria deberá tener la propiedad o el uso de estos derechos, circunstancia que deberá acreditarse en la forma y plazos que defina el reglamento.

5) Análisis de calidad del agua cruda de la fuente.

6) La identificación de las demás licenciatarias o concesionarias de servicio público sanitario con las cuales se relacionará.

7) Los límites del área geográfica en que se prestarán los servicios sanitarios rurales.

8) Las características de las aguas servidas a tratar, del efluente y del cuerpo receptor, en el caso de la licencia de tratamiento y disposición de aguas servidas.

9) Un inventario valorizado de bienes, derechos y obligaciones, y un estado de situación con una antigüedad no superior a treinta días a la fecha de su presentación, que deberá contener el análisis correspondiente a cada una de sus cuentas.

10) Una descripción técnica general y un cronograma de las obras proyectadas para un plazo de cinco años, con su respectivo plan de inversiones, si correspondiere.

11) Propuesta tarifaria.

12) Los demás antecedentes requeridos de conformidad al reglamento.

10.4 Integración con otros instrumentos de planificación territorial y sectorial

Complementariamente, los Planes Estratégicos corresponden a instrumentos sectoriales, tal y como puede ser una estrategia regional de biodiversidad, o un plan de desarrollo energético. Sin embargo, no existe una mayor conexión con los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial. Si bien el Decreto N°469/2019, publicado en julio de 2021, aprueba la Política Nacional de Ordenamiento Territorial, está pendiente la discusión de la relación entre instrumentos y, sobre todo, de la regulación del uso del territorio fuera del contexto urbano. En particular, en la región existen potenciales conflictos por una eventual saturación del borde costero producto del desarrollo de plantas desaladoras de agua de mar. De ahí la necesidad de avanzar en un ordenamiento que favorezca acuerdos y consensos sobre el uso del territorio.

En este contexto, la gobernanza regional propuesta por el presente Plan Estratégico se superpone a los vacíos de planificación sectorial, ya que proporciona una instancia regional, al mismo tiempo que promueve acuerdos de uso del territorio en forma coordinada, acortando la brecha con los instrumentos de planificación territorial. Sin embargo, la misma



gobernanza carece de un marco normativo y, para su funcionamiento, requiere de un acuerdo regional que le proporcione un financiamiento mínimo para los equipos técnicos requeridos, así como para los estudios de perfil y prefactibilidad que de ésta resulten.

En consecuencia, se requiere un avance coordinado del país en materia hídrica (aguas terrestres y marinas), en enfoques estratégicos (estrategias nacionales de recursos hídricos, minería, energía), y principalmente a nivel territorial, para una mejor gestión de los usos y sus externalidades, positivas y negativas.

10.4.1 Estrategia de Recursos Hídricos de la provincia de Chiloé

En particular, la “Estrategia de Recursos Hídricos, Provincia de Chiloé. El Chiloé que queremos” fue elaborada en el año 2014, y publicada en el año 2015. Respondió a un proceso participativo que es reconocido por los actores del archipiélago, impulsado desde la Gobernación provincial de Chiloé.

El presente Plan Estratégico tuvo en consideración, en todo momento, la política existente al momento de generar sus propuestas, existiendo una alta coincidencia entre ambos instrumentos. En este sentido, el PEGH puede ser considerado como una actualización y ampliación de la información disponible, lo que permitió una profundización en la cuantificación de los indicadores y metas para un proceso de planificación efectivo.

En consecuencia, el PEGH (y PERHC) constituyen una profundización de la política, y proporcionan una hoja de ruta actualizada para su implementación.