



**MÁS Y MEJOR
RIEGO PARA CHILE**

**ESTUDIO BÁSICO
DIAGNÓSTICO PARA DESARROLLAR PLAN DE GESTIÓN DE RIEGO
EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA**

INFORME FINAL

REALIZADO POR

AMPHOS²¹
SCIENTIFIC AND STRATEGIC ENVIRONMENTAL CONSULTING

MARZO DE 2017

Equipo profesional

JUAN CASTAÑO GEA

Jefe de Estudio

PIERINA MIRONE

Coordinador

FRANCISCO JAVIER CITOLER

Especialista Agropecuario

GEORGINA TRUJILLO

LORENA MONTECINO

CECILIA LARA

KAREN GARCÍA

CARLOS HAEFNER

REYNALDO PAYANO

MATÍAS SÁNCHEZ

BORIS TEPES

ANNA GIMÉNEZ

Profesionales

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....	16
1.1	Introducción.....	16
1.2	Objetivos del Estudio.....	17
1.2.1	Objetivo General.....	17
1.2.2	Objetivos Específicos.....	17
1.3	Etapas de Trabajo.....	18
1.4	Área de Estudio.....	19
1.4.1	Subdivisión del Territorio.....	19
2	METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO.....	22
2.1	Recopilación de Información a través de Fuentes Primarias: Estrategia de Intervención Territorial.....	22
2.1.1	Instrumentos para el Levantamiento de Información.....	23
2.2	Revisión y Sistematización de Antecedentes Secundarios.....	26
2.3	Mapa de Actores.....	26
2.4	Reuniones de Coordinación.....	28
2.5	Estrategia Comunicacional.....	28
2.5.1	Medios de Difusión.....	30
2.6	Sistematización de Información y Elaboración de Línea Base.....	31
3	LEVANTAMIENTO DEL DIAGNÓSTICO O SITUACIÓN BASE.....	33
3.1	Antecedentes Secundarios Consultados.....	33
3.2	Entrevistas y Reuniones de Coordinación.....	42
3.3	Implementación de la Estrategia Comunicacional.....	43
3.3.1	Lanzamiento Público del Estudio.....	45
3.4	Implementación de la Estrategia de Intervención Territorial.....	47
3.4.1	Aplicación del Libro de Ideas.....	47
3.4.2	Entrevistas a los Servicios Públicos.....	51
3.4.3	Talleres de Participación Ciudadana.....	55
3.4.4	Mapa de Actores.....	62
3.5	Identificación y Definición del Problema.....	77
3.6	Descripción General de las Cuencas.....	78
3.6.1	Cuencas en Estudio.....	78
3.6.2	Características Climáticas de la Región.....	81
3.6.3	Parámetros Agroclimáticos.....	83
3.6.4	Descripción General de las Precipitaciones.....	92
3.6.5	Descripción General de los Suelos.....	95
3.6.6	Características de la Población.....	97
3.6.7	Hidrografía General.....	105
3.7	Caracterización de la Cuenca en Función de sus Recursos Naturales.....	106
3.7.1	Disponibilidad Hídrica, Caracterización y Calidad del Recurso Hídrico Superficial y Subterráneo.....	107
3.7.2	Evaluación de las Redes de Estaciones de Monitoreo.....	117
3.7.3	Descripción y Análisis Multisectorial del Recurso Hídrico.....	125
3.7.4	Calidad de Aguas y Relación con Normas de Uso para Riego.....	135

3.7.5	Análisis de la Variabilidad Climática en los Últimos Años y Propuestas Generales de Adaptación al Cambio Climático	142
3.7.6	Capacidad de Prevención, Respuesta y Mitigación frente a Eventos Extremos	150
3.7.7	Caracterización Ambiental de la Cuenca	155
3.8	Caracterización de la Cuenca según Infraestructura de Riego y Desarrollo Agroproductivo Actual	168
3.8.1	Infraestructura de Conducción	168
3.8.2	Infraestructura de Captación	204
3.8.3	Sistemas de Acumulación	208
3.8.4	Mejoramiento de Sistemas de Canales y Bocatomas	215
3.8.5	Monitoreo de los Recursos Hídricos	217
3.8.6	Caracterización y Análisis de la Producción Agropecuaria y sus Proyecciones de Desarrollo	217
3.9	Caracterización de la Cuenca en Función de la Gestión del Riego	225
3.9.1	Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA)	225
3.9.2	Organizaciones de Usuarios de Aguas	234
3.9.3	Mercado del Agua	248
3.9.4	Gestión Institucional Pública para el Apoyo al Riego	252
3.9.5	Evaluación de Políticas, Programas y Proyectos Implementados en la Región	259
3.9.6	Diagnóstico del Nivel Tecnológico Aplicado en Cultivos de Riego y Necesidades de Investigación e Innovación	266
3.10	Levantamiento y Sistematización de Cartera de Iniciativas Públicas y Privadas Existente	281
3.10.1	Cartera de Iniciativas Recopiladas a partir del BIP	281
3.10.2	Revisión y Análisis de la Aplicación de la Ley de Fomento entre el año 1985 y 2014 a Nivel Regional Desagregada por Comunas	283
3.11	Sistematización de la Información	291
3.11.1	Sistematización de la Información Zona 1	293
3.11.2	Sistematización de la Información Zona 2	297
3.11.3	Sistematización de la Información Zona 3	301
3.11.4	Sistematización de la Información Zona 4	305
3.11.5	Sistematización de la Información Zona 5	309
3.11.6	Sistematización de la Información Zona 6	312
3.11.7	Síntesis	316
4	DEFINICIÓN DE IMAGEN OBJETIVO DEL TERRITORIO	319
4.1	Introducción	319
4.2	Definición y Desarrollo de Propuestas Imagen Objetivo	319
4.2.1	Escenarios de proyección: Situación Tendencial y Escenario con Proyecto	320
4.3	Validación de Línea Base o Diagnóstico e Imagen Objetivo del Territorio	339
4.3.1	Metodología de Validación	340
4.3.2	Actores Participantes	341
4.4	Sistematización de la Información y Elaboración del Documento de Imagen Objetivo del Territorio	345
4.4.1	Zona 1	345
4.4.2	Zona 2	349
4.4.3	Zona 3	351

4.4.4	Zona 4.....	355
4.4.5	Zona 5.....	359
4.4.6	Zona 6.....	361
4.5	Síntesis.....	364
5	DEFINICIÓN DE BRECHAS Y PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN.....	366
5.1	Identificación de Brechas y Oportunidades de Mejoramiento.....	366
5.1.1	Brechas Identificadas en la Infraestructura de Riego.....	367
5.1.2	Brechas Identificadas en la Productividad Agropecuaria.....	369
5.1.3	Brechas Identificadas en las Organizaciones de Usuarios de Aguas.....	370
5.1.4	Brechas Identificadas en la Gestión Institucional.....	372
5.1.5	Brechas Identificadas en la Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego....	374
5.2	Identificación de Posibles Soluciones a las Brechas Identificadas.....	376
5.3	Cartera de Propuesta de Iniciativas de Inversión.....	377
5.3.1	Iniciativas a ejecutar por Comisión Nacional de Riego.....	377
5.3.2	Iniciativas a ejecutar por Otras Instituciones.....	379
5.4	Metodología de Priorización de Iniciativas.....	380
5.4.1	Criterios y Subcriterios.....	381
5.4.2	Aplicación de Subcriterios por Iniciativa.....	386
5.4.3	Ponderación de los Criterios.....	387
5.5	Iniciativas Priorizadas.....	389
5.6	Cronograma Ejecución de Iniciativas.....	390
5.7	Propuesta de Focalización de la Ley N° 18.450.....	392
5.8	Análisis de Obstáculos, Facilitadores y Desafíos.....	393
5.9	Propuesta de Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación.....	395
5.10	Propuesta de Intervención Territorial.....	395
5.11	Propuesta de Plan de Seguimiento y Evaluación.....	396
5.12	Validación del Plan de Gestión.....	399
5.13	Actividad Pública de Cierre del Estudio y Presentación del Plan de Gestión de Riego	399
6	CONCLUSIONES.....	400
7	REFERENCIAS.....	403

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Zonificación de áreas de trabajo en la región.....	21
Figura 3-1 Actividad de lanzamiento.....	46
Figura 3-2 Relación entre actores responsables del Plan de Riego	76
Figura 3-3 Cuenca hidrográfica río Loa	79
Figura 3-4 Cuenca hidrográfica Salar de Atacama	80
Figura 3-5 Esquema climático de la Región de Antofagasta	82
Figura 3-6 Humedad relativa mensual estación Calama Rural	84
Figura 3-7 Humedad relativa mensual estación San Pedro de Atacama	85
Figura 3-8 Humedad relativa mensual estación Socaire.....	85
Figura 3-9 Humedad relativa mensual estación Campanario de San Lucas	86
Figura 3-10 Humedad relativa mensual estación Ollagüe	86
Figura 3-11 Radiación solar mensual estación Calama Rural.....	87
Figura 3-12 Radiación solar mensual estación San Pedro de Atacama	87
Figura 3-13 Radiación solar mensual estación Socaire	88
Figura 3-14 Radiación solar mensual estación Ollagüe.....	88
Figura 3-15 Precipitación anual acumulada estación Peine	92
Figura 3-16 Precipitación anual acumulada estación Socaire.....	93
Figura 3-17 Precipitación anual acumulada estación Calama río Loa Medio	94
Figura 3-18 Precipitación anual acumulada estación río Loa Alto – Ojos San Pedro	94
Figura 3-19 Consumo de agua de la minería por cuenca hidrográfica	114
Figura 3-20 Mapa de estaciones meteorológicas vigentes, Red DGA	120
Figura 3-21 Mapa de estaciones fluviométricas vigentes, Red DGA	121
Figura 3-22 Mapa de estaciones calidad de agua vigentes, Red DGA	122
Figura 3-23 Mapa de estaciones piezométricas vigentes, Red DGA.....	123
Figura 3-24 Distribución de usos del agua	125
Figura 3-25 Extracciones de agua fresca por región	127
Figura 3-26 Ubicación servicios de APR	132
Figura 3-27 Fuentes de generación de energía, Norte Grande	134
Figura 3-28 Ubicación de estaciones de calidad	141
Figura 3-29 Variación anual de precipitaciones, Taltal	143
Figura 3-30 Variación anual de precipitaciones, Zona 6	145
Figura 3-31 Variación anual de precipitaciones Calama	146
Figura 3-32 Temperatura media diaria estación Calama	147
Figura 3-33 Variación anual de la precipitación, Socaire	148
Figura 3-34 Consecuencias y medidas de adaptación al Cambio Climático	150
Figura 3-35 Ubicación de PATs con condicionamiento de derecho.....	152
Figura 3-36 Pisos Vegetacionales	158
Figura 3-37 Leyenda Pisos Vegetacionales	159
Figura 3-38 Ubicación de las áreas protegidas del SNASPE	160
Figura 3-39 Sitios Prioritarios para la Diversidad	163
Figura 3-40 Localización de depósitos de relave y conflictos ambientales	165
Figura 3-41 Canales principales.....	170
Figura 3-42 Sistemas de canales Zona 1.....	173
Figura 3-43 Área alta de quebrada de Jere	174
Figura 3-44 Franja destruida de la quebrada de Jere por crecidas en la época estival	174

Figura 3-45 Efecto en el tranque por crecida en febrero del 2012.....	175
Figura 3-46 Sector de Bosque Viejo	176
Figura 3-47 Tranque de Kene	177
Figura 3-48 Canales matrices de mampostería en Peine.....	177
Figura 3-49 Quebrada de Camar	178
Figura 3-50 Sistemas de canales Zona 2.....	180
Figura 3-51 Infraestructura de riego y sistema agrícola de Caspana.....	181
Figura 3-52 Río Salado y cultivo por terrazas en Ayquina.....	182
Figura 3-53 Canal de riego intrapredial (izq.) y extrapredial (der) en Turi	182
Figura 3-54 Agricultura y sistemas de conducción de Lasana.....	183
Figura 3-55 Canales de Chiu Chiu	184
Figura 3-56 Canales de riego sector Quillagua.....	186
Figura 3-57 Canales de riego Calama	187
Figura 3-58 Cultivos de lechuga hidropónica en invernadero y sistema NFT, Quillagua.....	188
Figura 3-59 Canal y bocatoma Tronco	188
Figura 3-60 Bocatoma canal Tambores.....	189
Figura 3-61 Bocatoma canal Bilbao.....	189
Figura 3-62 Bocatoma canal Berna	190
Figura 3-63 Bocatoma canal Coco La Villa.....	190
Figura 3-64 Bocatoma canal Quinta el Bosque	191
Figura 3-65 Bocatoma canal Radic	191
Figura 3-66 Bocatoma canal Chañar	192
Figura 3-67 Bocatoma canal Chunchuri Bajo	192
Figura 3-68 Bocatoma canal La Prensa	193
Figura 3-69 Bocatoma canal Topater	193
Figura 3-70 Bocatoma canal Núñez.....	194
Figura 3-71 Bocatoma canal Yalquincha	194
Figura 3-72 Bocatoma del canal Carvajal.....	195
Figura 3-73 Bocatoma canal Lay Lay – La Banda.....	195
Figura 3-74 Canales de riego Zona 4, San Pedro de Atacama.....	198
Figura 3-75 Canales de riego Zona 4, sector Río Grande	199
Figura 3-76 Canales de San Pedro de Atacama.....	200
Figura 3-77 Obras de captación	207
Figura 3-78 Embalse Conchi	208
Figura 3-79 Sistemas de acumulación	210
Figura 3-80 Tranque Guachar en operación, septiembre 2015.....	211
Figura 3-81 Estado actual tranque Guachar.....	211
Figura 3-82 Tranque Solor	212
Figura 3-83 Tranque de Socaire, con capacidad para 15.000 m ³	213
Figura 3-84 Sistemas de acumulación catastrados por CIREN.....	214
Figura 3-85 Proyectos de riego tecnificado bonificados por la Ley N° 18.450	220
Figura 3-86 Derechos de agua concedidos por comuna	228
Figura 3-87 Distribución de solicitudes en relación al uso del agua	229
Figura 3-88 Derechos de agua concedidos	233
Figura 3-89 Inversión en proyectos de conservación y recuperación de cauces 2010-2014	260
Figura 3-90 Inversión en obras de emergencia años 2013-2014.....	261

Figura 3-91 Incentivos entregados por INDAP, 2010 a 2015	262
Figura 3-92 Aforadores Parshall	276
Figura 3-93 Estación fluviométrica a la salida del Tranque de Conchi.....	277
Figura 3-94 Rápidos en Chiu-Chiu	277
Figura 3-95 Distribución parcelaria en tablares, Chiu Chiu.....	278
Figura 3-96 Ejemplo de riego tecnificado en Quillagua	279
Figura 3-97 Tranque de Toconao en desuso	280
Figura 3-98 Estado actual de un reservorio con roturas en lámina impermeable	280
Figura 3-99 Porcentaje de proyectos seleccionados por comuna	286
Figura 3-100 Proyectos presentados Ley de Riego según condición	288
Figura 3-101 Evolución de la inversión de CNR en Ley de Fomento.....	289
Figura 5-1 Ficha de ponderación de criterios.....	388
Figura 5-2 Diagrama plan de seguimiento y evaluación	399

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Relación entre etapas del estudio y objetivos comunicacionales	29
Tabla 2-2 Matriz de estrategia comunicacional	30
Tabla 2-3 Productos comunicacionales por etapa	31
Tabla 2-4 Matriz de sistematización de información	32
Tabla 3-1 Entrevistas y reuniones realizadas	43
Tabla 3-2 Sistematización de ideas Zona 1	47
Tabla 3-3 Sistematización de ideas Zona 2	47
Tabla 3-4 Sistematización de ideas Zona 3	48
Tabla 3-5 Sistematización de ideas Zona 4	48
Tabla 3-6 Sistematización de ideas Zona 5	49
Tabla 3-7 Sistematización de ideas Zona 6	50
Tabla 3-8 Registro de actividades PAC por Zona, Etapa 2.....	55
Tabla 3-9 Mapa de Actores	63
Tabla 3-10 Ocurrencia de heladas.....	89
Tabla 3-11 Periodo libre de heladas (días).....	90
Tabla 3-12 Cantidad de horas frío por mes.....	91
Tabla 3-13 Población total regional 1992, 2002 y proyección 2012.....	97
Tabla 3-14 Población total regional, Urbana - Rural 1992 y proyección 2002	98
Tabla 3-15 Población por Sexo e Índice de Masculinidad.....	98
Tabla 3-16 Provincias y comunas Región de Antofagasta.....	98
Tabla 3-17 Población total 2002 y proyección 2012, por Zona de trabajo.....	99
Tabla 3-18 Población Zonas 1 y 4	99
Tabla 3-19 Población por Sexo e Índice de Masculinidad.....	99
Tabla 3-20 Población según grupos de edad: Censo 2002 y Proyección 2012	100
Tabla 3-21 Indicadores socioeconómicos Zonas 1 y 4	100
Tabla 3-22 Población Zonas 2 y 3	101
Tabla 3-23 Población por Sexo e Índice de Masculinidad.....	101
Tabla 3-24 Población Zonas 2 y 3 por grupos de edad	101
Tabla 3-25 Indicadores socioeconómicos Zonas 2 y 3	102
Tabla 3-26 Población total 2002 y proyección 2012.....	102
Tabla 3-27 Población por Sexo e Índice de Masculinidad.....	102
Tabla 3-28 Población comuna de Taltal por grupos de edad, Censo 2002 y proyecciones 2012.....	103
Tabla 3-29 Indicadores socioeconómicos Zona 5.....	103
Tabla 3-30 Población total 2002 y Proyección 2012, Zona 6	103
Tabla 3-31 Población por Sexo e Índice de Masculinidad.....	104
Tabla 3-32 Población Zona 6, por grupos de edad.....	104
Tabla 3-33 Indicadores socioeconómicos Zona 6.....	105
Tabla 3-34 Principales ríos Región de Antofagasta.....	105
Tabla 3-35 Caudal medio anual en estaciones fluviométricas.....	106
Tabla 3-36 Caudal mínimo, medio y máximo anual cuenca río Loa	109
Tabla 3-37 Balance oferta-demanda cuenca del río Loa.....	109
Tabla 3-38 Valores máximos de caudal.....	110
Tabla 3-39 Caudal mínimo, medio y máximo anual cuenca Salar de Atacama	110
Tabla 3-40 Volúmenes de los SHAC por región.....	111
Tabla 3-41 Volúmenes y número de SHAC para los acuíferos seleccionados	112

Tabla 3-42 Demanda hídrica anual por cuenca hidrográfica	113
Tabla 3-43 Demanda hídrica agrícola proyectada por cuenca (m ³ /año)	113
Tabla 3-44 Consumo de agua de la minería por cuenca hidrográfica	113
Tabla 3-45 Estimación de la demanda de agua de la minería 2012-2017	114
Tabla 3-46 Cuadro resumen de niveles de calidad en las estaciones consideradas.....	115
Tabla 3-47 Niveles río San Pedro en Cuchabrache y río Vilama en Vilama	116
Tabla 3-48 Cálculo de la fracción de lavado para diferentes zonas de estudio	117
Tabla 3-49 Sectores de riego en la Región de Antofagasta.....	126
Tabla 3-50 Superficie regada por grupo de cultivo, según provincia y comuna.....	126
Tabla 3-51 Superficie regada en explotaciones agropecuarias	127
Tabla 3-52 Empresas mineras y su producción al 2013	128
Tabla 3-53 Clientes abastecidos por tipo de inmueble y tipo de servicio 2014	129
Tabla 3-54 Coberturas en N° de inmuebles, población y porcentaje en centros urbanos.....	129
Tabla 3-55 Sistemas de APR	130
Tabla 3-56 Sistemas de APR por comuna y localidad	130
Tabla 3-57 Fuente de utilización de agua de las centrales del SING.....	135
Tabla 3-58 Límites máximos permitidos NCh 1333.....	136
Tabla 3-59 Clasificación de aguas según CE y SDt.....	137
Tabla 3-60 Parámetros físico y químicos cuenca río Loa	138
Tabla 3-61 Parámetros físico químicos cuenca Salar de Atacama.....	140
Tabla 3-62 Precipitación total por mes (mm) Zona 5.....	143
Tabla 3-63 Temperatura media mensual estación Aguas Verdes, Zona 5.....	144
Tabla 3-64 Precipitación total por mes (mm), Zona 6.....	144
Tabla 3-65 Precipitación total por mes (mm) estación Calama	146
Tabla 3-66 Precipitación total por mes (mm), Socaire.....	148
Tabla 3-67 Precipitación media anual, últimos 30 años y valor actual.....	148
Tabla 3-68 Comparación temperatura media anual	149
Tabla 3-69 PAT aprobados en la Región de Antofagasta	151
Tabla 3-70 Frecuencia de ocurrencia de eventos extremos	153
Tabla 3-71 Capacidad de prevención	153
Tabla 3-72 Eventos extremos	153
Tabla 3-73 Áreas bajo protección oficial	161
Tabla 3-74 Sitios prioritarios definidos en la Estrategia Regional de Biodiversidad.....	161
Tabla 3-75 Estado legal actual Sitios Prioritarios	162
Tabla 3-76 Longitud de canales por zona de trabajo	169
Tabla 3-77 Canales principales de la región	169
Tabla 3-78 Canales de riego Zona 1	171
Tabla 3-79 Canales de riego Zona 2	178
Tabla 3-80 Canales correspondientes a Lasana	183
Tabla 3-81 Canales sector de Chiu Chiu	184
Tabla 3-82 Canales de riego Zona 3	185
Tabla 3-83 Canales de riego Zona 4	196
Tabla 3-84 Estado de canales de riego.....	201
Tabla 3-85 Obras de captación.....	204
Tabla 3-86 Sistemas de acumulación	209
Tabla 3-87 Embalses pequeños Región de Antofagasta	213

Tabla 3-88 Resumen de proyectos seleccionados Ley N°18.450 por descripción de las obras...	215
Tabla 3-89 Proyectos ejecutados por CONADI, por comuna	216
Tabla 3-90 Uso del suelo agropecuario (Superficie en ha)	218
Tabla 3-91 Superficie de riego en la Región de Antofagasta, por comuna.....	218
Tabla 3-92 Superficie de riego por sistema de riego por provincia y región (ha).....	219
Tabla 3-93 Proyectos de riego tecnificado implementados por CNR	219
Tabla 3-94 Superficie total sembrada o plantada por grupo de cultivos (ha)	221
Tabla 3-95 Hortalizas región de Antofagasta	222
Tabla 3-96 Principales especies hortícolas.....	222
Tabla 3-97 Principales especies frutícolas.....	223
Tabla 3-98 Cabezas de ganado por especie	223
Tabla 3-99 Distribución de solicitudes de derecho en la Región de Antofagasta.....	226
Tabla 3-100 Distribución de solicitudes de derecho por provincia.....	226
Tabla 3-101 Derechos de agua concedidos por comuna	228
Tabla 3-102 Derechos de agua concedidos, según naturaleza del agua	228
Tabla 3-103 Derechos de agua concedidos, según tipo de derecho	229
Tabla 3-104 Derechos de agua concedidos, según uso y cuenca de extracción.....	230
Tabla 3-105 Derechos de agua concedidos, según derecho no consuntivo	231
Tabla 3-106 Solicitud de derechos de agua en estado pendiente	232
Tabla 3-107 Comunidades de aguas inscritas en la Región de Antofagasta.....	235
Tabla 3-108 Número de miembros de directivas por comunidad o asociación, Zona 1	237
Tabla 3-109 Estado de derechos de agua, Zona 1.....	237
Tabla 3-110 Número de miembros de directivas por comunidad o asociación, Zona 2	238
Tabla 3-111 OUAs formalizadas, Zona 2	238
Tabla 3-112 Estado de derechos de agua de comunidades indígenas, Zona 2	239
Tabla 3-113 Estado de derechos de agua de comunidades de aguas, Zona 2.....	239
Tabla 3-114 Número de miembros de directivas por comunidad o asociación, Zona 3	240
Tabla 3-115 Comunidades de aguas, Zona 3.....	240
Tabla 3-116 Estado de derechos de agua comunidades de aguas, Zona 3.....	241
Tabla 3-117 Número de miembros de directivas por comunidad o asociación, Zona 4	242
Tabla 3-118 Estado de derechos de agua de comunidades indígenas, Zona 4	242
Tabla 3-119 Gestión del caudal otorgado	243
Tabla 3-120 Derechos concedidos a comunidades y asociaciones indígenas (l/s)	247
Tabla 3-121 Transacciones de derechos de agua, año 2005	250
Tabla 3-122 Transacciones de derechos de agua, año 2013	251
Tabla 3-123 Ingresos por transacciones de derechos de agua, años 2005 y 2013.....	251
Tabla 3-124 Proyectos ejecutados por DOH en la Región de Antofagasta	260
Tabla 3-125 Incentivo entregado por INDAP, 2010 a 2015	261
Tabla 3-126 Resumen de proyectos financiados por CONADI, 2006 a 2012	263
Tabla 3-127 Proyectos, estudios y programas ejecutados por CNR	264
Tabla 3-128 Precipitación efectiva Región de Antofagasta	266
Tabla 3-129 Valores de evapotranspiración potencial para las comunas en estudio	267
Tabla 3-130 Sistemas de riego utilizados en la región	267
Tabla 3-131 Eficiencia de riego por sistema.....	267
Tabla 3-132 Coeficiente de cultivos (en valor absoluto).....	268
Tabla 3-133 Estimación de necesidades hídricas comuna de Antofagasta	270

Tabla 3-134 Estimación de las necesidades hídricas comuna de Calama.....	271
Tabla 3-135 Necesidades hídricas de los cultivos comuna de Taltal	272
Tabla 3-136 Necesidades hídricas de los cultivos comuna de San Pedro de Atacama.....	273
Tabla 3-137 Demanda total de recursos hídricos para la agricultura por comuna	274
Tabla 3-138 Cartera de iniciativas MINAGRI	282
Tabla 3-139 Cartera de iniciativas MOP.....	282
Tabla 3-140 Tipología de proyectos para bonificación	283
Tabla 3-141 Porcentaje de bonificación proyectos hasta 30.000 UF.....	284
Tabla 3-142 Organizaciones	285
Tabla 3-143 Organizaciones de pequeños y medianos agricultores.....	285
Tabla 3-144 Total de proyectos presentados a la Ley de Riego, según condición	286
Tabla 3-145 Proyectos bonificados por Ley N°18.450 años 2003 a 2015, comuna de Calama ...	286
Tabla 3-146 Proyectos no admitidos y no seleccionados	287
Tabla 3-147 Mayores proyectos bonificados por Ley de Riego, San Pedro de Atacama.....	289
Tabla 3-148 Matriz de sistematización de información.....	292
Tabla 4-1 Actividades de validación de Diagnóstico e Imagen Objetivo	341
Tabla 4-2 Resumen de participantes en talleres Zona 1	342
Tabla 4-3 Resumen de participantes en talleres Zona 2	342
Tabla 4-4 Resumen de participantes en talleres Zona 3	343
Tabla 4-5 Resumen de participantes en talleres Zona 4.....	343
Tabla 4-6 Resumen de participantes en talleres Zona 5	344
Tabla 4-7 Resumen de participantes en talleres Zona 6	344
Tabla 4-8 Resumen de participación comunidades indígenas.....	344
Tabla 4-9 Resumen de participación total en actividades	344
Tabla 5-1 Iniciativas a ejecutar por otras Instituciones	380
Tabla 5-2 Criterios y subcriterios para la priorización	381
Tabla 5-3 Cálculo de subcriterios de priorización por IDI	386
Tabla 5-4 Calendario de actividades de ponderación de criterios.....	389
Tabla 5-5 Ponderación de criterios de priorización	389
Tabla 5-6 Ranking de iniciativas priorizadas	390
Tabla 5-7 Cronograma de ejecución de iniciativas	391
Tabla 5-8 Matriz de seguimiento y evaluación	397

LISTADO DE ANEXOS DIGITALES

ETAPA 1

- ANEXO 1 Instrumentos para Levantar el Diagnóstico
- ANEXO 2 Texto de Presentación del Estudio remitida a Servicios Públicos
- ANEXO 3 Medios de Difusión
- ANEXO 4 Registros de Asistencia Actividad de Lanzamiento

ETAPA 2

- ANEXO 5 Registros de Asistencia Reuniones y Entrevistas
- ANEXO 6 Registro de Asistencia Talleres Participativos
- ANEXO 7 Resumen Aplicación Cuestionario Usuarios de Agua
- ANEXO 8 Libro de Ideas
- ANEXO 9 Identificación de Actores
- ANEXO 10 Mapa de Actores
- ANEXO 11 Información de la Red de Monitoreo Hidrometeorológico DGA
- ANEXO 12 Instituciones Contactadas para la Información de Redes Hidrometeorológicas
- ANEXO 13 Análisis de Calidad de Aguas
- ANEXO 14 Fichas de Infraestructura
- ANEXO 15 Derechos de Agua Concedidos
- ANEXO 16 Balance Hídrico
- ANEXO 17 Necesidades de Riego
- ANEXO 18 Necesidades Hídricas
- ANEXO 19 Cartera de Iniciativas
- ANEXO 20 Proyectos Ley 18.450
- ANEXO 21 Proyectos CONADI
- ANEXO 22 Sistema de Información Geográfica
- ANEXO 23 Fichas Microcentrales

ETAPA 3

- ANEXO 24 Talleres PAC Etapa 3
- ANEXO 25 Validación CRR

ETAPA 4

- ANEXO 26 Matriz de Sistematización de Diagnóstico Rectificado
- ANEXO 27 Criterios de Priorización de Iniciativas
- ANEXO 28 Ficha de Ponderación de Criterios
- ANEXO 29 Talleres PAC Etapa 4
- ANEXO 30 Priorización de Iniciativas
- ANEXO 31 Fichas Iniciativas
- ANEXO 32 Comprobantes de Pagos de Productos del Plan
- ANEXO 33 Listado de Asistencia Actividad de Cierre y Validación PGR
- ANEXO 34 Folleto Resumen
- ANEXO 35 Video
- ANEXO 36 Libreta ecológica
- ANEXO 37 Banner

LISTADO DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ADI	Área de Desarrollo Indígena
APR	Agua Potable Rural
ASAC	Asociación de Agricultores Calama
BBNN	Ministerio de Bienes Nacional
CBR	Conservador de Bienes Raíces
CC	Cambio Climático
CE	Conductividad Eléctrica
CETISAZA	Centro de Investigación Tecnológica del Agua en el Desierto
CODELCO	Corporación del Cobre
CONADI	Corporación Nacional de Desarrollo Indígena
CONAMA	Comisión Nacional de Medio Ambiente
CNR	Comisión Nacional de Riego
CRR	Comisión Regional de Riego
DAA	Derecho de Aprovechamiento de Aguas
DARH	Departamento de Administración de Recursos Hídricos
DGA	Dirección General de Aguas
DIA	Declaración de Impacto Ambiental
DIDECO	Dirección de Desarrollo Comunitario
DIRPLAN	Dirección de Planificación
DOH	Dirección de Obras Hidráulicas
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
ERNC	Energía Renovable no Convencional
ET ₀	Evapotranspiración Potencial
ET _a	Evapotranspiración real o actual
FIA	Fundación para la Innovación Agraria
GORE	Gobierno Regional
HDPE	Polietileno de Alta Densidad
IDI	Iniciativa de Inversión
INDAP	Instituto de Desarrollo Agropecuario
INE	Instituto Nacional de Estadísticas

IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático
INN	Instituto Nacional de Normalización
l/s	Litro por Segundo
MIDESO	Ministerio de Desarrollo Social
MINAGRI	Ministerio de Agricultura
mg/l	Miligramos por Litro
MOP	Ministerio de Obras Públicas
m.s.n.m	Metros sobre el Nivel del Mar
ODEPA	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
ONGs	Organizaciones No Gubernamentales
OUA	Organización de Usuarios de Agua
PAC	Participación Ciudadana
PAT	Plan de Alerta Temprana
PGR	Plan de Gestión de Riego
PDTI	Programa de Desarrollo Territorial Indígena
PIRDT	Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial
Pp	Precipitación
Ppf	Precipitación Efectiva
PRI	Programa de Riego Intrapredial
PRODESAL	Programa de Desarrollo Local
SAG	Servicio Agrícola y Ganadero
SERCOTEC	Servicio de Cooperación Técnica
SEREMI	Secretaría Regional Ministerial
SHAC	Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común
SIG	Sistema de Información Geográfica
SISS	Superintendencia de Servicios Sanitarios
s/i	Sin Información
SNASPE	Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas
SUBDERE	Subsecretaría de Desarrollo Regional
TON	Toneladas

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Introducción

De acuerdo al Censo Agropecuario de 2007 (ODEPA-INE), en la Región de Antofagasta se contabilizaba una superficie de 3.000 ha destinadas a suelos de cultivo, de las cuales 2.296 son cultivos de riego realizados principalmente a través de riego gravitacional por tendido.

Las características de la agricultura en la región son particularmente especiales, ya que se desarrolla en condiciones climáticas de extrema aridez, junto a otras problemáticas como la baja disponibilidad de los recursos hídricos y a la mala calidad de los mismos, con problemas relativos a la salinidad y a la presencia de elementos nocivos, como el boro y el arsénico.

Los cultivos principales son las plantas forrajeras (45,5%), seguidos por plantaciones forestales (24,7%), hortalizas (14,5%) y cereales (7,7%). Estos cuatro usos concentran el 92,4% de los suelos de cultivo de la región (INE, 2007). El total regional corresponde al 0,1% de la superficie nacional.

La actividad agrícola en esta región, está fuertemente vinculada a la presencia de comunidades indígenas y de las Áreas de Desarrollo Indígena Atacama La Grande y Alto El Loa. En consecuencia, se practica una agricultura casi de subsistencia, con métodos de riego tradicionales y cultivando productos que se han vuelto mayormente resistentes al clima y a la baja tasa de riego.

La Comisión Nacional de Riego (CNR), como la principal institución de fomento al riego y que tiene como uno de sus objetivos aumentar la superficie regada del país, enfrenta un contexto complejo en esta región, donde la agricultura se ha desarrollado principalmente por los pueblos atacameños de manera ancestral y que actualmente enfrenta situaciones que la limitan y la ponen en riesgo.

En el contexto descrito anteriormente, la CNR ha planteado la iniciativa de la elaboración del diagnóstico para desarrollar el Plan de Gestión de Riego (PGR) de Antofagasta, cuyo objetivo principal es la planificación a mediano plazo de las iniciativas de inversión. Para ello, se ha aplicado una metodología que ha considerado la participación tanto de los usuarios como de los agentes públicos y privados que tienen relación con la gestión de riego, además de la comunidad local interesada en el desarrollo de las cuencas hidrográficas de la región. Los actores participaron como fuente de información primaria aportando al levantamiento de antecedentes y como validadores del avance de las etapas y, en definitiva, de la cartera de iniciativas incluidas en el Plan de Gestión.

El estudio que se describe a continuación ha tenido como característica principal su carácter participativo. Los actores vinculados al riego en la región participaron activamente en las distintas etapas del Plan, desde el diagnóstico de la situación actual hasta la definición de las iniciativas concretas que definen la cartera de inversión de la institución para los próximos años.

De este modo, en el estudio han participado agricultores, regantes, organizaciones de usuarios, comunidades indígenas, técnicos y profesionales de los distintos servicios públicos y de los programas específicos de fomento al riego en la Región de Antofagasta.

En concreto, en la primera etapa del estudio se procedió a diseñar e implementar una estrategia de comunicaciones y de intervención territorial, donde uno de los hitos de mayor significancia fue el establecimiento de la iniciativa en el territorio. Paralelamente, se levantó el diagnóstico regional, que dio cuenta de distintas realidades del riego en la región.

En la segunda etapa del estudio, este diagnóstico se validó con los actores del territorio en talleres participativos donde los agricultores de todas las zonas de riego de la región expresaron sus opiniones sobre la situación base de sus territorios. Este diagnóstico fue complementado con estudios realizados anteriormente en la región, lo que permitió contrastar y actualizar la información existente.

En la tercera etapa se levantaron las ideas de visión de futuro o imagen objetivo que aportaron los agricultores de la región, y que permitió identificar los posibles escenarios mejorados una vez implementadas las iniciativas del Plan. A partir de esta imagen objetivo y del diagnóstico actualizado se definieron las brechas existentes entre la situación actual y imagen objetivo a futuro.

En la cuarta etapa del estudio se diseñaron las iniciativas con las que CNR puede contribuir al desarrollo de la agricultura, incluyendo estudios, programas y proyectos. Estas iniciativas se presentaron en la región y fueron priorizadas por las comunidades locales en mesas de trabajo y por las autoridades regionales vinculadas al riego, y que conforman la Comisión Regional de Riego.

Finalmente, se ha elaborado una propuesta de Plan de Gestión de Riego que contiene un total de 8 iniciativas a desarrollar por la CNR, junto a un listado de inversiones propuestas a ejecutar por otras instituciones. El Plan de Gestión de Riego incluye, además, un cronograma tentativo de ejecución de las iniciativas de responsabilidad de CNR, una propuesta de Plan de Seguimiento para verificar su funcionamiento, una propuesta de focalización de la Ley de Riego para la región y una propuesta de iniciativas de investigación, desarrollo e innovación requeridas para el desarrollo agrícola en la región.

1.2 Objetivos del Estudio

1.2.1 Objetivo General

El principal objetivo de este estudio fue contribuir al uso sostenible y eficiente de los recursos hídricos de la Región de Antofagasta, a partir de la elaboración de un plan de gestión de aguas para riego y drenaje. Este plan se ha diseñado y validado con la participación de los usuarios/as y agentes regionales y locales.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar un diagnóstico de la región abordada en el estudio. Este diagnóstico tiene en cuenta la gestión del agua para riego y drenaje; la disponibilidad de infraestructura; los aspectos ambientales; los aspectos institucionales, entre otros que puedan surgir.

- Definir y desarrollar una imagen objetivo, respecto a la gestión del agua para riego y desarrollo agrícola en la cuenca hídrica considerada.
- Estimar las brechas entre la relación línea de base y la imagen objetivo o escenarios.
- Proponer un conjunto de iniciativas de inversión priorizadas, así como formular mejoras institucionales y/o, de gestión que favorezcan el desarrollo del riego y de la agricultura de la región.
- Validar el Plan de Gestión de Riego Regional (PGR) a nivel de usuarios/as, así como también a nivel de la Comisión Regional de Riego, de las mesas de agua y/u otras instancias regionales.
- Elaborar un Sistema de Información Geográfico (SIG) donde se visualice el catastro de los proyectos y estudios existentes, además de la cartera de iniciativas del plan.

1.3 Etapas de Trabajo

El estudio se ha desarrollado a través de la ejecución de 4 etapas principales, las que se dividen en tareas de recopilación, levantamiento y validación de las temáticas abarcadas por el estudio. Las 4 etapas en las que se ha trabajado y el contenido específico de cada una de ellas es el siguiente:

Etapa 1: Difusión e Instalación en el Territorio

- Habilitación de oficina en el territorio.
- Reuniones de coordinación con organismos públicos y usuarios/as.
- Levantamiento y validación del mapa de actores y sus relaciones.
- Propuesta y validación del diseño de la estrategia comunicacional e intervención territorial.
- Diseño de instrumentos para levantar diagnóstico o situación base.
- Actividad pública de Lanzamiento del Estudio.

Etapa 2: Levantamiento del Diagnóstico o Situación Base

- Identificación y definición del problema.
- Implementación de la estrategia comunicacional e intervención territorial.
- Recopilación de información para la elaboración del diagnóstico.
- Descripción general de las cuencas.
- Caracterización de las cuencas en función de sus recursos naturales.
- Caracterización de la cuenca según infraestructura de riego y desarrollo actual agropecuario.
- Caracterización de la cuenca en función de la gestión del riego.
- Levantamiento y sistematización de cartera de iniciativas públicas y privadas existentes.
- Sistematización de la información y elaboración de documento de línea base o diagnóstico.

Etapa 3: Definición de Imagen Objetivo del Territorio

- Definición y desarrollo de propuestas imagen objetivo.
- Sistematización de la información y elaboración del documento de imagen objetivo del territorio.
- Validación de línea base o diagnóstico e imagen objetivo.

Etapa 4: Estimación de Brechas y Propuesta de Plan de Gestión de Riego

- Identificación de brechas y oportunidades de mejoramiento.
- Identificación de posibles soluciones a las brechas determinadas.
- Aplicación de la metodología de priorización de iniciativas.
- Elaboración de propuestas del Plan de Gestión de Riego Regional (PGR).
- Propuesta de plan de Seguimiento y Evaluación.
- Validación del Plan de Gestión.
- Actividad pública de cierre del estudio y presentación del plan definitivo.

1.4 Área de Estudio

El área de estudio es la Región de Antofagasta, específicamente las áreas en las que se desarrolla la actividad agropecuaria, las cuales están restringidas por las extremas condiciones climáticas y ambientales que caracterizan a la región. En efecto, de acuerdo al último Censo Agropecuario de 2007, la superficie agropecuaria de la región destinada a suelos de cultivo alcanza sólo las 3.000 ha.

La elaboración del PGR se ha enfocado en las áreas de la región en las que se realizan actividades agropecuarias, ya que involucran la ejecución de proyectos y la presencia e intervención de las instituciones de fomento al desarrollo agro productivo.

Para diferenciar los territorios, se descartaron los sectores donde no se desarrolla la agricultura, acotando el área de estudio al cuadrante nororiental de la región y a algunos sectores cercanos a Antofagasta y Taltal. Con esta sectorización, se diseñó una subdivisión del territorio cuyo objetivo fue la aplicación de una metodología de intervención territorial. Esta zonificación se describe a continuación.

1.4.1 Subdivisión del Territorio

La subdivisión del territorio está basada en la definición de áreas agrícolas del censo agropecuario y en la presencia de comunidades de regantes, comunidades indígenas y agricultores en las diferentes localidades pobladas, generando seis áreas de trabajo o territorios. El objetivo principal de esta subdivisión, es abordar la particularidad de cada territorio a través de la metodología de intervención territorial.

Las cuencas principales de la región son la cuenca del Loa y del Salar de Atacama, en las cuales se desarrolla la mayor superficie agrícola en las comunas de Calama y San Pedro de Atacama. Dentro de ellas se ha identificado a organizaciones de usuarios de agua, comunidades indígenas,

asociaciones de regantes y pequeños agricultores, cuya ubicación espacial y dinámica territorial constituye de la estrategia de intervención.

En la cuenca del Loa las mayores superficies agropecuarias fueron localizadas en Ollagüe y Caspana (INE, 2007) y en menor medida en Quillagua y Calama. En la Cuenca del Salar de Atacama, los sectores más importantes están en San Pedro de Atacama y Toconao. Los territorios de trabajo se caracterizan a continuación, describiendo los aspectos que los diferencian y que justifican abordarlos de manera sectorizada. En las siguientes figuras se presenta la división territorial y las áreas de trabajo.

La Zona de trabajo 1, corresponde a las comunidades ubicadas en la cuenca hidrográfica del Salar de Atacama, entre las que destacan las comunidades atacameñas de Toconao, Talabre, Camar, Socaire y Peine.

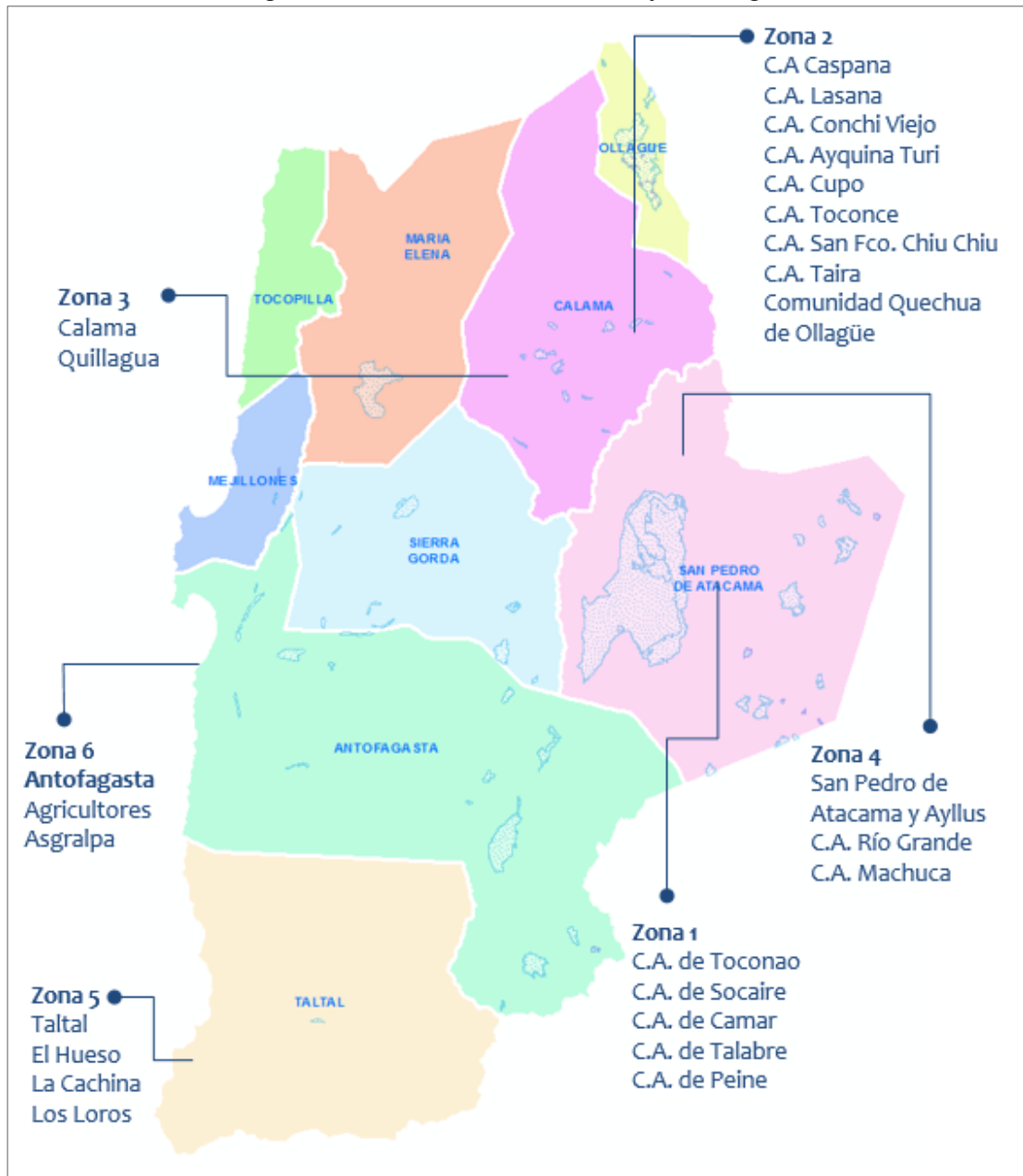
La Zona de trabajo 2, engloba a las localidades del extremo oriente de las cuencas del Loa y del Salar de Michincha, entre las que se puede mencionar las comunidades atacameñas de Chiu Chiu, Lasana, Cupo, Toconce, Caspana, Ayquina, Turi, Taira y la comunidad quechua de Ollagüe.

La Zona de trabajo 3 está representada por la ciudad de Calama y las comunidades de usuarios cercanas a ella. Dentro de esta área, se encuentran los sectores de Chunchuri, Topater, Yalquincha, Dupont y Berna, entre otros. Se desarrolla también aquí la Asociación de Agricultores de Calama ASAC, que tiene alta representatividad en la comunidad. Se ha anexado a esta zona, la comunidad de Quillagua, ya que posee una mayor conectividad vial.

La Zona de trabajo 4 se centra en la porción norte de la cuenca hidrográfica del Salar de Atacama, en la subcuenca del río San Pedro, abarcando a las localidades de San Pedro, Coyo, Solcor y Rio Grande, entre otras. Esta zona ha sido separada de la 1, debido a la gran cantidad de usuarios de riego que poseen estas comunidades. Es un sector rico en actividad agropecuaria y en representatividad de comunidades indígenas. Se puede mencionar, además de los Ayllu de San Pedro de Atacama, la comunidad Atacameña de Rio Grande y Comunidad Atacameña de Machuca.

Las Zonas 5 y 6 que abarcan Taltal y Antofagasta, se reconocen como distintas a las anteriores, dado que la condición geográfica que las caracteriza es diferente: son territorios costeros y áridos. En la Zona 5 hay tres agrupaciones de riego: Los Loros, La Cachina y el Hueso. En la Zona 6, los trabajos del Plan serán dirigidos a la Asociación de Agricultores de Altos de La Portada ASGRALPA.

Figura 1-1 Zonificación de áreas de trabajo en la región



Fuente: Elaboración propia en base a INE, 2007.

2 METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL DIAGNÓSTICO

La elaboración del Plan de Gestión de Riego para la Región de Antofagasta consideró el levantamiento de una Línea Base o Diagnóstico basado en la recopilación a partir de fuentes primarias y de fuentes secundarias.

Las fuentes primarias corresponden a la información levantada directamente a través de las comunidades, junto con su validación en terreno y con los usuarios. Para levantar información, se ha preparado y aplicado una estrategia de intervención territorial basada en la subdivisión territorial de la región descrita anteriormente. La estrategia contiene instrumentos de levantamiento diferenciados de acuerdo a los diferentes actores identificados en los sectores de riego.

El levantamiento a través de fuentes secundarias se refiere a la revisión de estudios anteriores que permitan la caracterización de los territorios y la determinación de la situación actual del riego. En este sentido, se ha levantado información acerca de obras, gestión del riego y disponibilidad del recurso, entre otros aspectos.

A continuación, se detalla la metodología de levantamiento de información para el diagnóstico basado en las fuentes primarias y secundarias. En primera instancia se detallan las fuentes primarias y posteriormente las secundarias.

2.1 Recopilación de Información a través de Fuentes Primarias: Estrategia de Intervención Territorial

La estrategia de intervención territorial se entiende como una gestión fundamental en el territorio, que tiene como objetivo acercarse a los distintos grupos objetivos para levantar el diagnóstico que hacen los actores de la gestión del recurso hídrico. Esto permite desarrollar imágenes objetivo y definir desde la base social, las propuestas para mejorar la gestión del riego en la región. Consiste en el conjunto de herramientas que se utilizaron para trabajar con los actores y levantar toda la información necesaria para la elaboración del plan.

Los pilares fundamentales de la propuesta de intervención en el territorio son los siguientes: territorialidad, pertinencia cultural y participación ciudadana. Se entiende territorio como un producto social e histórico (lo que le confiere un tejido social único), dotado de una determinada base de recursos naturales, ciertas formas de producción, consumo e intercambio, y una red de instituciones y formas de organización que se encargan de darle cohesión al resto de los elementos (Sepúlveda, Rodríguez, Echeverry y Portilla, 2003).

Por tanto, todo proceso de intervención en base a los aspectos referidos involucra la activa participación de las comunidades y territorios en la toma de decisiones respecto a los temas que les afectan, buscando que sean los gestores de su propio desarrollo.

Una intervención configurada con un enfoque territorial, permite generar el diseño y la puesta en práctica de un proyecto común innovador, en base a aprovechar los recursos y ventajas de un territorio. Finalmente, es un proceso que recoge su identidad, promueve la participación y fomenta los acuerdos de colaboración entre los principales actores públicos y privados de un

territorio, con el objetivo final de mejorar la calidad de vida de sus habitantes en base a una agenda de desarrollo.

Diversos estudios en los años recientes han identificado un conjunto de actores territoriales que aparecen en forma sistemática cuando se pone la mirada sobre las dinámicas económicas, sociales y culturales que ocurren en los territorios (Rimisp, 2009). Entre ellos se encuentra el Estado, el gobierno regional o local, los funcionarios, los actores económicos, los actores sociales, la sociedad civil, los parlamentarios, las empresas y otras instituciones privadas de desarrollo.

Desde la identificación de los actores relevantes del territorio, se plantea que la realización del diagnóstico de riego se constituya en un proceso participativo que identifique las potencialidades, limitaciones y problemas de la temática abordada en relación a otros niveles territoriales. Además, que identifique y valore los recursos disponibles en el territorio, tanto los humanos como los materiales. Este proceso se valida en la medida que cuenta con el apoyo y participación de los actores territoriales en las diferentes etapas, así como en la toma de las decisiones. Por todo ello, se logra garantizar la apropiación del diagnóstico como instrumento de gestión territorial por parte de todos los actores involucrados.

2.1.1 Instrumentos para el Levantamiento de Información

La metodología de intervención está basada en la subdivisión del territorio y ha sido planteada con la convicción de que la mejor manera de obtener el diagnóstico de cada territorio, es a través de los diversos actores que se desarrollan dentro de él.

El levantamiento de información base para construir el diagnóstico de riego desde los usuarios, ha considerado la aplicación de instrumentos diseñados específicamente para la tipología de actor. A continuación, se presentan sus objetivos y características principales, adjuntando los Instrumentos en el Anexo 1.

- a) Libro de Ideas.
- b) Cuestionario a Usuarios de Agua.
- c) Cuestionario Organización de Usuarios de Agua.
- d) Entrevistas a los servicios públicos.
- e) Entrevistas a actores clave.
- f) Talleres participativos.

2.1.1.1 Libro de Ideas

El libro de ideas corresponde a un libro abierto de recepción de comentarios, sugerencias, reclamos y manifestaciones, para cumplimentar libremente por parte de los usuarios de la región. Corresponde a una página en blanco que posee sólo la siguiente pregunta: ¿Cómo podemos mejorar el riego en la región?

El libro de ideas ha sido entregado a los asistentes de las diferentes actividades participativas desarrolladas a lo largo del estudio. Estas páginas se han archivado en una carpeta que es de acceso libre para los interesados, usuarios de riego e instituciones.

Para completar una página el único requisito establecido ha sido indicar la pertenencia a alguna comunidad o agrupación y la localidad de la cual proviene la persona. Los resultados de su aplicación han sido organizados separándolos por territorio, transcribiendo las ideas propuestas por los actores para mejorar el riego.

2.1.1.2 Cuestionarios a Usuarios de Agua

El cuestionario consiste en un conjunto de preguntas básicas respecto de las variables analizadas, que permite levantar información cualitativa de una muestra representativa del territorio. Su aplicación ha permitido el acercamiento a una mayor cantidad de público y de este modo levantar la información para la elaboración del diagnóstico.

El cuestionario ha sido difundido y aplicado a los usuarios en visitas en terreno, en las actividades participativas de levantamiento del diagnóstico y durante la actividad de Lanzamiento del Estudio. Posteriormente, las respuestas fueron sistematizadas e incluidas en la sistematización del diagnóstico de los territorios.

2.1.1.3 Cuestionarios a Dirigentes de Organizaciones de Agua

A través de los cuestionarios a las organizaciones de agua se ha buscado conocer la realidad de las organizaciones en relación con la situación legal actual, la gestión interna, la participación de los usuarios y la relación que tienen con las instituciones de riego. Además, el instrumento buscó identificar la evaluación que hacen las organizaciones de los factores que afectan al riego y que lo impactarían a futuro.

2.1.1.4 Entrevistas a Servicios Públicos

La entrevista consiste en una conversación con un representante de la institución relacionada con la gestión del riego en la región, cuyo objetivo es obtener información sobre la perspectiva del entrevistado en determinados temas.

Mediante las entrevistas ha sido posible conocer detalles esenciales sobre aspectos no documentados o no explicitados del funcionamiento efectivo de los sistemas de toma de decisiones. Ello resulta especialmente relevante ya que han permitido interpretar la información y dar cuenta de los resultados que se pueden obtener, garantizando la validez interna de la información que se entrega.

La validez interna se refiere a la necesidad de reducir los errores en el diseño de la intervención que pudieran cuestionar las conclusiones alcanzadas, concretándose en el sesgo que surgiría de no considerar o sobredimensionar alguna de las subjetividades presentes.

La muestra de entrevistas se ha dimensionado considerando los principales ámbitos temáticos de los objetivos de esta consultoría. Ello ha permitido abordar los posibles problemas vinculados a la validez externa, con relación a la generalización y confiabilidad de las conclusiones que se obtengan a partir de los informantes calificados. Por otra parte, el número de entrevistas se ha establecido según el avance del trabajo en terreno, hasta conseguir cierto nivel de saturación en cuanto a los argumentos ofrecidos.

Siguiendo este referente se han combinado los datos obtenidos a través de técnicas de investigación (entrevistas grupales, entrevistas a actores claves, observación en terreno, conversaciones libres) y a partir de diversas fuentes de información secundaria.

2.1.1.5 Entrevista a Actores Clave

Las entrevistas a actores clave han permitido conocer la posición y los aportes de los actores que han sido identificados como indispensables para el desarrollo del Plan.

2.1.1.6 Talleres Participativos

Una parte fundamental de la estrategia de intervención territorial está constituida por la realización de talleres participativos, herramienta que ha permitido recoger y validar información con grupos representativos de la comunidad, a través de un trabajo dinámico donde han participado todos los asistentes.

Originalmente se planteó realizar tres talleres en cada una de las zonas de trabajo, para abordar las etapas de diagnóstico, imagen objetivo y validación del Plan. Sin embargo, en aquellas zonas con dificultades en cuanto a la convocatoria o participación, se han realizado reuniones y repetido talleres, de manera de recoger las inquietudes reales de la comunidad.

Para desarrollarlos se ha convocado a un grupo de cada territorio, que sea representativo en relación al público beneficiario del Plan de Riego. En cada taller se ha presentado la idea del plan, así como la etapa en que se está trabajando, siendo los temas discutidos por todos los participantes.

Los resultados del taller posteriormente han sido sistematizados en un plenario donde se exponen las principales ideas discutidas. El plenario es moderado por un facilitador acordando con los asistentes los tiempos de participación, con el fin de llegar a resultados concretos.

Los objetivos de tres talleres de participación considerados en la estrategia de intervención, son los siguientes:

- Taller Etapa 1: levantar el diagnóstico sobre la situación actual del riego en la localidad en que se desarrolla el taller.
- Taller Etapa 2: Validación de diagnóstico e imagen objetivo.
- Taller Etapa 3: Priorización de Iniciativas y validación del plan.

La sistematización de los resultados corresponde al *input* del segundo y tercer taller. Posteriormente, las conclusiones del tercer taller alimentan al Plan de Riego, con los aportes consensuados y validados por las comunidades.

El proceso del taller se ha registrado con listas de asistencia, registro fotográfico de la documentación elaborada en el mismo y la sistematización de la información levantada. Estos han sido difundidos mediante afiches dispuestos en lugares visibles en las comunidades invitadas.

2.2 Revisión y Sistematización de Antecedentes Secundarios

Las fuentes de información secundaria abarcan a todas las instituciones del Estado que están vinculadas al riego a través de proyectos, estudios o programas en relación con el área de acción del Plan. Los ejes temáticos en los que se centra la recopilación de antecedentes para el levantamiento del diagnóstico son los siguientes:

- Infraestructura de Riego.
- Productividad Agrícola.
- Gestión de las Organizaciones.
- Gestión Institucional.
- Investigación, Desarrollo e Innovación.

Entre las fuentes principales de información se encuentran la DGA, la DOH, la CONAMA, ODEPA y la propia CNR. Los estudios recopilados desde estas instituciones, han sido revisados y analizados para evaluar su incorporación al Plan. Aquellos que puedan aportar significativamente al estudio han sido resumidos en fichas de antecedentes, mientras que el total se presenta en la bibliografía.

2.3 Mapa de Actores

El Mapa de Actores es una herramienta de investigación cualitativa, que tiene por objetivo identificar a los actores sociales que pueden resultar relevantes para un proyecto, en relación con el impacto que éste tendrá para ellos, como también el impacto que su posición y gestión tendrá para en el desarrollo del mismo. Existen diversas modalidades de aproximación de un mapa de actores. En este proyecto se ha empleado la aproximación utilizada por el Ministerio de Obras Públicas, por ser este servicio parte de las Comisiones Regionales de Riego (MOP, 2007).

Los actores sociales pueden ser personas, grupos u organizaciones que tienen interés en un proyecto o programa. Los actores clave son usualmente considerados como aquellos que pueden influenciar significativamente (positiva o negativamente una intervención) o son muy importantes para que una situación se manifieste de determinada forma.

Un actor social es alguien que tiene algo que ganar o algo que perder a partir de los resultados de una determinada intervención o la acción de otros actores. Generalmente, son considerados actores a aquellos individuos, grupos o instituciones que son afectados o afectan al desarrollo de determinadas actividades, aquellos que poseen información, recursos, experiencia y alguna forma de poder para influenciar la acción de otros (Tapella, 2007).

El análisis del mapa de actores permite conocer alianzas y antagonismos, identificar y anticipar focos de conflicto, posibles obstáculos en el desarrollo del estudio, además de identificar los actores sociales que pueden entregar mayor colaboración al estudio.

En este apartado se entrega la estrategia metodológica orientada a la construcción de Mapa de Actores. El producto final de Mapa de Actores se ha consensado con la contraparte técnica, conforme han avanzado los trabajos y se entregará una vez finalicen todas las actividades de Participación Ciudadana.

2.3.1.1 Metodología para la Elaboración del Mapa de Actores

El mapa de actores (MOP, 2007) es un proceso que se va construyendo en la medida que se desarrolla el proyecto. El mapa de actores se construye posterior a las entrevistas, a partir del conocimiento levantado en terreno sobre la posición de los actores involucrados y las relaciones entre ellos. El mapa es dinámico, ya que a lo largo del estudio las posiciones de los actores pueden cambiar.

De acuerdo con la metodología utilizada, las etapas para la construcción del Mapa de Actores son las siguientes:

a) Identificación

La identificación de actores se centra en la determinación de quiénes son los ciudadanos directa e indirectamente afectados, beneficiados o involucrados en la iniciativa. Se requiere distinguir los tipos de actores, considerando por ejemplo a los actores del sector público, los actores políticos, los actores privados y los actores de la comunidad. La identificación se construye sobre la base de la información recogida y almacenada en el análisis de la situación previa y el territorio involucrado.

Para identificar los actores sociales de la comunidad, se ha revisado la prensa institucional de los distintos servicios, con el fin de encontrar las relaciones con la comunidad, tales como proyectos en terreno, iniciativas sectoriales vigentes, fondos concursables y otros, que permitieran identificar los actores sociales que se relacionan con los servicios que tienen competencia en el riego en la región.

Para identificar los actores políticos y los actores privados, se ha realizado un levantamiento de información de la prensa regional y nacional y otras fuentes, como publicaciones de universidades y organizaciones no gubernamentales. Además, se ha revisado la información disponible en la SUBDERE, GORE Antofagasta, Gobernaciones Provinciales y Municipios.

b) Caracterización de Actores Clave

De manera de caracterizar los actores, se requiere definir cuáles de éstos son claves para el proceso de participación ciudadana. Para ello, es necesario conocer sus roles y lugar que ocupan en relación, tanto con la iniciativa, como con el territorio involucrado.

De igual manera, es necesario analizar las características y dinámica de las relaciones de los principales actores sociales regionales y locales, públicos y privados, que dicen relación con su articulación interna, así como con los servicios públicos relacionados con la agricultura.

Los actores se clasifican de acuerdo con la siguiente tipología:

i. Actores del Sector Público

Actores Públicos internos, funcionarios o servicios del ministerio, con y sin responsabilidad directa en la toma de decisiones, pero que tienen relación con ella o con el territorio intervenido.

Actores de otros ministerios o servicios públicos, con competencias específicas y complementarias a la toma de decisiones. Con este tipo de actores compete potenciar acciones de coordinación, ya que sus mandatos y sus acciones se relacionan con ciertos tipos de intervenciones sobre el territorio y la comunidad local, lo que requiere de una acción conjunta para su éxito.

ii. Actores Políticos

Estos actores son los Líderes Políticos electos en las circunscripciones o distritos donde se desarrolla la decisión (senadores y diputados), y las autoridades locales elegidas (alcalde y concejales). Estos actores han sido elegidos por la ciudadanía y en representación de ella tienen el derecho de acceder a la información de la decisión que afectará y/o beneficiará directamente al territorio.

iii. Actores Privados

La intervención en una localidad o área de influencia, afectará o beneficiará a algunas actividades económicas que poseen asociaciones que representan sus intereses, haciendo esencial incluirlas en el proceso participativo. Los intereses de estos actores son intrínsecos a la participación ciudadana, dado que son representativos de un segmento de la población y pueden gatillar procesos significativos a favor o en contra de una decisión.

iv. Actores de la Comunidad

Entre estos actores se encuentran los dirigentes formales e informales de los grupos de ciudadanos afectados o beneficiados, directa o indirectamente, por la iniciativa. Además, en este grupo de actores se encuentran aquellas instituciones que poseen conocimiento específico sobre algún aspecto de la decisión, como por ejemplo: universidades, centros de estudios, colegios profesionales, etc. De acuerdo con la metodología utilizada una variable del mapeo ha sido el nivel de impacto geográfico de su gestión: nivel local, nivel regional o nivel nacional. El mapa de actores del Plan de Riego, se entrega en el capítulo de diagnóstico territorial.

2.4 Reuniones de Coordinación

Para difundir y comprometer a las instituciones relacionadas, el equipo de trabajo ha llevado a cabo reuniones de coordinación con instituciones públicas y privadas, con el objetivo de informar sobre las actividades y objetivos del Plan, invitar a participar a los funcionarios relacionados con riego y levantar el diagnóstico institucional respecto al riego en la región. El listado de reuniones realizadas se presenta en el diagnóstico territorial del Plan de Riego.

2.5 Estrategia Comunicacional

La estrategia comunicacional contempla las acciones y medidas adecuadas que se han realizado para informar y difundir entre la ciudadanía la invitación a participar en la elaboración del Plan de Riego, basada los siguientes objetivos principales:

- Difundir la iniciativa de la CNR: estudio Plan de Riego.
- Invitar la ciudadanía a participar del proceso de creación del plan.
- Levantar la información de los actores sociales.
- Difundir el resultado del estudio: Plan de gestión de riego y drenaje, diseñado y validado con la participación de los usuarios y agentes regionales y locales.

La estrategia comunicacional incluye tanto a la difusión del estudio hacia el público general, actores relevantes e instituciones, como las comunicaciones entre el equipo de trabajo y con la contraparte técnica. En este sentido, la estrategia tiene enfoques diferenciados: hacia los actores

claves, hacia las instituciones y hacia el público en general. Los actores claves son quienes validan el diagnóstico, imagen objetivo y el Plan de Gestión. Las instituciones son objeto de comunicación específica, pero menos detallada que los actores clave. Finalmente, el público general corresponde al territorio en general, quienes son objeto de las comunicaciones generales del Plan.

Aunque se reconoce la relevancia de las organizaciones de usuarios y comunidades de agua, el público objetivo de la estrategia abarca a los actores públicos y privados relacionados con el Plan y la gestión de los recursos hídricos. Con ellos se ha realizado un trabajo permanente de contacto a través de correos electrónicos, llamados telefónicos y visitas a terreno, manteniendo siempre la imagen del objetivo del Plan de Riego y la importancia del trabajo con la comunidad.

La comunicación se ha efectuado a través de los medios de difusión escrita, radial y de prensa, volantes y afiches en los 6 territorios de trabajo del Plan. A continuación, se presenta una correlación entre los objetivos del estudio y los objetivos comunicacionales de acuerdo con cada etapa del estudio.

Tabla 2-1 Relación entre etapas del estudio y objetivos comunicacionales

Etapas del proyecto	Objetivo del estudio	Objetivo comunicacional
1. Difusión e Instalación en el territorio	Contribuir al uso sostenible y eficiente de los recursos hídricos de la región, mediante la elaboración de un plan de gestión de aguas para riego y drenaje.	Difundir la iniciativa de la CNR.
2. Levantamiento del diagnóstico o situación base	Elaborar un diagnóstico que tendrá en cuenta la gestión del agua para riego y drenaje; la disponibilidad de infraestructura; los aspectos ambientales; los aspectos institucionales, entre otros.	Invitar a la ciudadanía a participar del proceso o creación del PGR.
3. Definición de Imagen Objetivo del territorio	Definir y desarrollar una imagen objetivo, respecto a la gestión del agua para riego y desarrollo agrícola en las cuencas hídricas consideradas.	Levantar información de los actores sociales.
4. Estimación de brechas y propuesta de Plan de Gestión del riego	Estimar las brechas entre la relación línea de base y la imagen objetivo o escenarios.	Levantar información de los actores sociales.
	Proponer un conjunto de iniciativas de inversión priorizadas, así como formular mejoras institucionales y/o, de gestión que favorezcan el desarrollo del riego y de la agricultura de la región.	Levantar información de los actores sociales.
	Proponer y validar el Plan de Gestión de Riego Regional (PGR) a nivel de usuarios/as, así como también a nivel de la Comisión Regionales de Riego, de las mesas de agua y/u otras instancias regionales.	Difusión del Plan de Gestión de Riego.

Fuente: Elaboración propia.

El mensaje central sobre el cual se fundamenta la estrategia comunicacional es el siguiente:

- El Plan de Riego y Drenaje es una iniciativa de participación ciudadana que está liderada por la Comisión Nacional de Riego, del Ministerio de Agricultura (MINAGRI).
- La CNR tiene por el objetivo priorizar las iniciativas en el marco de la Ley de Fomento al Riego, de acuerdo con las ideas que tengan los propios agricultores y agricultoras de la región.
- El Plan no es un estudio, no es un diagnóstico. Los diagnósticos están hechos. Lo que busca la CNR es definir su inversión a largo plazo con las soluciones propuestas por los agricultores y agricultoras de la región.

Para cumplir los objetivos de la estrategia, se ha desarrollado una matriz comunicacional que contempla las actividades y la utilización de los medios de comunicación adecuados para la realización de cada actividad.

Tabla 2-2 Matriz de estrategia comunicacional

Objetivos	Acciones	Público	Medio	Tipo	Frecuencia	Responsable
Difundir la iniciativa	Gestionar medios de comunicación locales	Todos los actores	Lanzamiento	Presencial	Una vez	Coordinador Plan
			Conferencia prensa	Presencial	Una vez	Coordinador Plan
			Web CNR	Digital	Trimestral	Encargada PAC
			Inserto diario regional	Escrito	Una vez	Encargada PAC
	Gestionar medios de comunicación digitales	Todos los actores	Web CNR y otros	Digital	Permanente	Encargada PAC
	Creación de material gráfico	Comunidad	Dípticos	Escrito	Una vez	Encargada PAC
Comunidad		Pendón	Escrito	Una vez	Encargada PAC	
Invitar a la ciudadanía	Gestionar medios de comunicación locales	Todos los actores	Entrevistas radiales autoridades CNR	Radial	Semestral	Encargada PAC
	RRPP oficina	Todos los actores	Línea abierta de ideas (teléfono, libro oficial de ideas, correo electrónico)	Presencial	Permanente	Encargada PAC
Difundir el Plan	Gestionar medios de comunicación locales	Todos los actores	Actividad pública de cierre	Presencial	Una vez	Coordinador Plan
	Gestionar medios de comunicación digitales	Todos los actores	Web CNR y otros	Digital	Permanente	Encargada PAC
	Creación de material gráfico	Todos los actores	Dípticos	Escrito	Una vez	Encargada PAC

Fuente: Elaboración a partir de matriz entregada por CNR.

En los Anexos 2 y 3, se incluye una carta de presentación del estudio enviada las instituciones para solicitar información y colaboración, el mensaje radial de difusión de la iniciativa y los diferentes medios de difusión utilizados para llegar al público objetivo.

2.5.1 Medios de Difusión

La estrategia comunicacional se ha desarrollado a través de distintas actividades, en variados soportes. Hay actividades que se realizan sólo una vez, mientras que otras se han desarrollan de manera más sistemática. A continuación, se presenta una tabla que resume las actividades comunicacionales asociadas a las etapas del estudio:

Tabla 2-3 Productos comunicacionales por etapa

Programa de trabajo estrategia comunicacional				
Objetivo	Soporte	Cantidad	Medio	Medio utilizado / Ubicación
Lanzamiento del Plan de Riego	Actividad de Lanzamiento	1	Presencial	Sede N°1 San Pedro de Atacama
	Inserto diario regional	8.900	Escrito	Diario la Estrella del Loa
	Cápsula Radial	1	Radial	Radio Carnaval de Antofagasta
	Nota para página CNR	1	Web	http://www.cnr.cl/
	Pendón	1	Escrito	Oficina y Localidades
	Panel Araña	1	Escrito	Oficina y Localidades
	Dípticos	1.000	Escrito	Oficina y Localidades
Convocatoria a la ciudadanía al proceso de elaboración del plan de riego	Afiches	100	Escrito	Localidades
	Trípticos	1.000	Escrito	Localidades Oficina Calama
Plan de Riego Participativo	Folleto resultados plan	1.000	Escrito	Localidades
	Banner en radios locales	2	Web	Radio Local
	Libreta Tapa ecológica	1.000	Escrito	Localidades
	Evento de cierre	1	Presencial	CRR
	Nota prensa CNR	1	Escrito	Página CNR

Fuente: Elaboración a partir de matriz entregada por CNR.

La estrategia de comunicación se ha implementado en la región de en torno a las etapas de trabajo del Plan de Riego.

2.6 Sistematización de Información y Elaboración de Línea Base

La información recopilada a partir de las fuentes primarias y secundarias de información, ha sido sistematizada y organizada en torno a los 5 ejes temáticos considerados en el levantamiento de la información. Corresponde a las áreas temáticas desarrolladas durante el levantamiento de información y actividades de participación ciudadana: infraestructura de riego, productividad agrícola, gestión de las organizaciones, gestión institucional e investigación-desarrollo e innovación (I + D + i).

Los ejes están compuestos por ítems que describen diferentes aspectos del eje. Corresponden a los conceptos que componen el eje y que permiten su evaluación integral. Por ejemplo, el ítem infraestructura de Riego, está compuesto por Seguridad de Riego, Superficie Regada y Monitoreo de los recursos hídricos. Al mismo tiempo, cada ítem se divide en descriptores que se refieren a los criterios en torno a las cuales se caracteriza cada ítem.

La metodología de sistematización de información consistió en la elaboración de una matriz en la que se define el estado actual (Diagnóstico/Línea base) para cada Eje con sus ítems, en cada uno de los territorios de trabajo. La definición de los ejes temáticos y de los ítems que la componen, se ha realizado en base a la opinión experta de los profesionales, destacando los componentes que diferencian y describen a cada subterritorio. En la tabla siguiente se presenta la matriz implementada y aplicada a los territorios de trabajo del PGR.

Tabla 2-4 Matriz de sistematización de información

	Eje Temático	Ítem	Descriptor / Indicadores
1)	Infraestructura de Riego	Seguridad de Riego	1) Capacidad de regulación de la cuenca
			2) Variabilidad hidrológica
			3) Calidad de aguas
			4) Participación de distintas fuentes para el riego
		Superficie Regada	1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción
			2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación
			3) Obras de tecnificación para la distribución del agua
			4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada
		Monitoreo de Recursos Hídricos	1) Infraestructura para el monitoreo de recursos en cuanto a calidad y cantidad
			2) Uso de sistemas de información en línea para el monitoreo
2)	Productividad Agrícola	Cultivos y Tecnificación	1) Cultivos actuales y potenciales
			2) Capacidad del territorio
			3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)
		Prácticas Productivas y Medio Ambiente	1) Buenas prácticas en la producción agrícola
			2) Pasivos ambientales
			3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola
3)	Gestión de las Organizaciones	Gestión Interna	1) Nivel de organización formal de las OUAs
			2) Nivel de capacitación de celadores y directivos
			3) Estado legal de los Derechos de Aprovechamiento
		Capital Social	1) Capacidad de Liderazgo y motivación de grupos
			2) Capacidad de propuesta
			3) Capacidad de resolución de conflictos
			4) Inclusión
4)	Gestión Institucional	Institucionalidad Pública	1) Presencia de las instituciones en el territorio
			2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego y drenaje
			3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad
		Implementación de Proyectos Públicos	1) Nivel de proyectos implementados en el territorio (obras de arte, equipamiento, capacitación, estudios básicos)
			2) Participación de usuarios en proyectos de riego y drenaje
5)	I + D + i	Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego	1) Iniciativas de investigación
			2) Iniciativas de transferencia tecnológica
			3) Capacidad de adoptar cambios

Fuente: Elaboración propia.

3 LEVANTAMIENTO DEL DIAGNÓSTICO O SITUACIÓN BASE

El diagnóstico previo necesario para la elaboración del PGR está basado en el análisis de los antecedentes, tanto de los facilitados por los usuarios de riego como de los estudios existentes.

En la primera parte del capítulo se presentan las fichas de resumen de los antecedentes consultados, para posteriormente detallar resultados obtenidos mediante los instrumentos definidos por la estrategia de intervención territorial, siguiendo con la materialización del diagnóstico del territorio. La estructura diseñada permite presentar en primera línea los antecedentes que definen las características generales de las principales cuencas de la región, así como la descripción de los recursos naturales que se relacionan con el agua para riego.

Posteriormente, se describen los aspectos fundamentales del riego como: infraestructuras, desarrollo agropecuario, gestión del riego, y las iniciativas públicas y privadas desarrolladas.

3.1 Antecedentes Secundarios Consultados

La recopilación de información de fuentes secundarias se ha basado en la revisión, análisis y sistematización de antecedentes bibliográficos. Además, se han revisado los sitios de internet de los diferentes organismos del estado relacionados con el riego, descargando y analizando todos aquellos estudios, proyectos y programas que se han realizado en la región.

La información revisada se ha incorporado al diagnóstico como información base o como información de consulta. Los documentos más relevantes para la elaboración del Plan fueron resumidos en fichas de estudios, que son presentados en este apartado. El total de información revisada se encuentra organizada en las referencias de este documento.

A continuación, se presentan las fichas de los estudios y documentos analizados que representan un mayor aporte para la elaboración del diagnóstico. En cada ficha, se ha indicado la información relevante, que lo destaca entre toda la bibliografía revisada.

1. ESTUDIO BÁSICO "DIAGNÓSTICO SITUACIÓN LEGAL DE DERECHOS DE AGUA CUENCA DEL LOA"

Nombre: ESTUDIO BÁSICO DIAGNÓSTICO SITUACIÓN LEGAL DE DERECHOS DE AGUA EJECUTOR CUENCA DEL LOA	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	CNR
Mandante	CNR
Año	2015
Contexto del estudio	Se han consultado las bases de datos y los planos de este estudio básico. No se presenta, por tanto, contexto del mismo.
Objetivo del Documento: Verificar los caudales y posibles transferencias en las cuales existen errores u omisiones. Determinar los usuarios de los canales de riego. Determinar el uso del agua por parte de los comuneros.	
Resumen: Se han consultado las bases de datos y los planos de este estudio básico. No se presenta, por tanto, resumen del mismo.	

2. INFORMACIÓN REGIONAL ANTOFAGASTA 2015

Nombre: INFORMACIÓN REGIONAL ANTOFAGASTA 2015	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile.
Mandante	Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile.
Año	2015
Contexto del estudio	ODEPA actualiza periódicamente la información económica y ocupacional de cada región. Dicho informe está actualizado a fecha de mayo de 2015.
Objetivo del Documento: Actualizar la información económica y ocupacional de la Región de Antofagasta.	
Resumen: Las estadísticas presentan ligeros cambios respecto a periodos anteriores.	

3. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO EN RÍO SAN PEDRO, SAN PEDRO DE ATACAMA, REGIÓN DE ANTOFAGASTA

Nombre: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO EN RÍO SAN PEDRO, SAN PEDRO DE ATACAMA, REGIÓN DE ANTOFAGASTA	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	ARRAU INGENIERÍA E.I.R.L.
Mandante	Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile.
Año	2014
Contexto del estudio	San Pedro de Atacama es un sector al interior de Calama, en la Región de Antofagasta, en el cual queda ubicada la localidad homónima, en medio de un vasto desierto atacameño. Constituye desde hace mucho tiempo, un importante atractivo turístico, nacional e internacional, para la Región de Antofagasta, lo cual configura un sector socioeconómico de alto potencial de desarrollo. No obstante, lo señalado anteriormente, uno de los grandes problemas, para elevar significativamente el nivel del desarrollo socioeconómico, viene dado por la muy baja calidad de la agricultura atacameña, la que se mantiene desde mucho tiempo en niveles de subsistencia. Esta realidad del sector agrícola se explica, por la muy mala calidad y baja seguridad de abastecimiento de agua, tanto para el riego como para otros usos básicos.
Objetivo del Documento: El presente estudio tiene por objetivo general, proponer y evaluar alternativas de mejoramiento para el sistema actual de riego de la Comuna de San Pedro, Región de Antofagasta y el control de crecidas del río, proponiendo alternativas como: un embalse que tenga uso múltiple principalmente para riego y control de crecidas y el mejoramiento de la red de conducción y distribución de agua, asociada a la zona beneficiada por el futuro embalse u otras obras que cumplan la misma función.	
Resumen: Se analiza la factibilidad de diferentes alternativas que se plantean, teniendo en cuenta la rentabilidad, el control de crecidas y la aplicación de hidroelectricidad. Al analizar en detalle las mejores soluciones asociadas a una de las alternativas, se observa que la mejor variación sin embalse de control de crecidas engloba, adicionalmente, el mejoramiento de la caja del río para conducir caudales considerables. Por otra parte, la mejor alternativa que incluye el embalse de control de crecidas, no incluye mejoramiento de la caja del río, lo que es compatible, ya que incluir ese mejoramiento aumenta los costos, pero aumenta marginalmente los beneficios. Por último, es interesante considerar que los mejores indicadores se obtienen para dicha alternativa, sin control de crecidas, esto es porque el embalse de riego, aunque controla en forma muy limitada las crecidas, afecta los periodos de retorno más bajos, los que en definitiva contribuyen en mayor medida a disminuir los daños.	

4. PLAN REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO AL 2021 REGIÓN DE ANTOFAGASTA

Nombre: PLAN REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO AL 2021 REGIÓN DE ANTOFAGASTA	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. GOBIERNO DE CHILE.
Mandante	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. GOBIERNO DE CHILE.
Año	2012
Contexto del estudio	En la Región de Antofagasta, el constante crecimiento de la demanda de productos y servicios, influenciado por el desarrollo sostenido de proyectos mineros, y de los proyectos de soporte asociados a dicha actividad, más el carácter estratégico de esta región para el desarrollo del país, hace necesario establecer objetivos que centren su foco tanto en la calidad del servicio, como en el desarrollo de infraestructura de largo plazo.
Objetivo del Documento:	
El Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 Región de Antofagasta se enmarca en el desafío de planificar las intervenciones del MOP para esta región, sobre la base de un nuevo proceso de planificación orientado a concordar con diversas entidades públicas y privadas de cada región del país, las principales iniciativas de inversión de infraestructura y gestión del recurso hídrico necesarias para la región, en conformidad con su visión de desarrollo de mediano y largo plazo.	
Su objetivo principal es el de contribuir eficaz y eficientemente al desarrollo sustentable de la Región de Antofagasta, mediante la satisfacción de la demanda de mediano plazo (2021) a través de la provisión de servicios de infraestructura y la gestión del Recurso Hídrico, aumentando su disponibilidad, mejorando la conectividad y accesibilidad regional e internacional, promoviendo plataformas de servicios logísticos y mejorando las condiciones de habitabilidad de los asentamientos humanos, con énfasis en la pertinencia e identidad cultural.	
Resumen:	
El Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021, constituye un instrumento de planificación sectorial territorializado y vinculante para los servicios MOP, a un horizonte de 10 años.	

5. DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE FOMENTO A LA AGRICULTURA REGADA EN LA II REGIÓN

Nombre: DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE FOMENTO A LA AGRICULTURA REGADA EN LA II REGIÓN	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	CONSULTOR: CONSORCIO GEOFUN - PROCIVIL
Mandante	COMISION NACIONAL DE RIEGO. GOBIERNO DE CHILE.
Año	2000
Contexto del estudio	Este estudio ha considerado realizar una revisión de la situación actual de la actividad agrícola de la II Región, con el propósito de analizar y definir proyectos a nivel de factibilidad en esta zona del país. Para el desarrollo de lo anterior se ha tomado en cuenta la necesidad de modernizar la actividad agrícola de la Región, tomando especialmente en cuenta, la sustentabilidad de esa actividad en una zona de extrema aridez en la que se debe tener presente el correcto manejo y operación de los recursos básicos de tal modo de garantizar su permanencia en el tiempo.
Objetivo del Documento:	
Los objetivos específicos de este estudio fueron diagnosticar la situación agrícola actual y proponer proyectos de desarrollo a nivel de factibilidad de las siguientes áreas: Antofagasta, Calama, San Pedro de Atacama, Baquedano.	
Resumen:	
El diagnóstico engloba varios sub informes, y cada uno presenta sus características y síntesis particulares.	

6. DIAGNÓSTICO PLAN ESTRATÉGICO PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS, REGIÓN DE ANTOFAGASTA

Nombre: DIAGNÓSTICO PLAN ESTRATÉGICO PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS, REGIÓN DE ANTOFAGASTA	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	DGA
Mandante	DGA
Año	2012
Contexto del estudio	-
Objetivo del Documento:	
Elaborar el Diagnóstico del Plan Estratégico para la Gestión de los Recursos Hídricos para la Región de Antofagasta”	
Resumen: El documento consiste en hacer un diagnóstico respecto del conocimiento del recurso hídrico, del uso del agua y del estado de las fuentes, a través de una revisión, actualización y sistematización de la información existente. Elaborar un diagnóstico de los aspectos de cantidad y calidad del recurso hídrico, incluyendo diagnóstico de la infraestructura y servicios relacionados; como también en materia ambiental y funcional respecto del desempeño institucional (público y privado) en materia de gestión en escenarios medios y en condiciones extremas (sequías o inundaciones). Identificar los factores más relevantes que limitan, desde la perspectiva del recurso hídrico, el desarrollo productivo regional. Identificar los factores más relevantes que afectan el patrimonio ambiental o social dentro del territorio regional. Identificar las capacidades y brechas institucionales, públicas y privadas, relacionadas con la gestión y manejo del recurso hídrico. Identificar y levantar las necesidades existentes relacionadas con el recurso hídrico. Identificar las acciones, proyectos y programas en ejecución, aprobados para implementar y considerados para el corto y mediano plazo, de entidades públicas y privadas.	

7. OBSERVATORIO DE LA INFRAESTRUCTURA Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

Nombre: OBSERVATORIO DE LA INFRAESTRUCTURA Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	
Responsable	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. GOBIERNO DE CHILE.
Año de lanzamiento	2013
Contexto del estudio	Este sitio web es el producto de una consultoría realizada durante el periodo 2011 – 2012, donde el objetivo principal fue disponer temáticas e indicadores de competencia del MOP, con cartografía interactiva, tablas de datos y documentos en una plataforma web, con el objetivo de facilitar el acceso del mayor número de personas a una selección de datos de los Servicios MOP, junto a información relevante proveniente de otras fuentes públicas que le den contexto territorial a la acción ministerial a nivel nacional, regional y comunal.
Objetivo del Documento: El objetivo de la puesta en marcha de esta web es facilitar el acceso del mayor número de personas a una selección de datos de los Servicios MOP	
Resumen: El Observatorio cuenta con 124 Indicadores de los Servicios MOP, cada uno posee una ficha descriptiva, un visor de mapa con la distribución del dato a nivel regional y en algunos casos a nivel provincial. Los datos se presentan como tablas y gráficos (a nivel regional) y se pueden exportar a Excel. Además, están disponibles 33 mapas, dinámicos y estáticos, entre ellos: la Red Vial Nacional; la Red Hidrométrica; y las Restricciones a los Derechos de Agua, así como la cartografía de los 15 Planes Regionales de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico con la inversión al 2021.	

8. PLAN REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO AL 2021, REGIÓN DE ANTOFAGASTA

Nombre: PLAN REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO AL 2021, REGIÓN DE ANTOFAGASTA	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	MOP
Mandante	MOP
Año	2012
Contexto del estudio	Complementar la planificación estratégica de la infraestructura nacional, presentada en el Plan Director de Infraestructura MOP 2010 –2025, terminado en 2009
Objetivo del Documento: (objetivos Específicos)	
1. Fortalecer la gestión, administración y fiscalización de los recursos hídricos por parte de la institucionalidad, asegurando el uso sustentable del recurso hídrico, potenciando y promoviendo su uso eficiente, a través de todas aquellas acciones e iniciativas que puedan relacionarse con la eficiencia hídrica.	
3. Dar respuesta a las necesidades de infraestructura regional al 2021 que aporten al mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de los asentamientos humanos, con énfasis en la pertinencia e identidad cultural.	
Resumen:	
Parte con un diagnóstico territorial regional y se reconoce la oferta como la dotación actual de infraestructura ejecutada por el MOP. Con el trabajo de difusión, el conocimiento y gestión de los servicios regionales MOP; el levantamiento de brechas y demandas de la comunidad; se generó una cartera de proyectos que contempla 207 iniciativas, programadas en un horizonte de mediano y largo plazo hasta el año 2021 y en diferentes etapas de inversión. Finalmente, se formuló una propuesta de financiamiento para la cartera de iniciativas, considerando diferentes escenarios económicos, asociando una estructura de seguimiento y monitoreo de su cumplimiento en el mismo periodo.	

9. REPOSITORIO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

Nombre: REPOSITORIO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	
Responsables	UNIVERSIDAD DE CHILE
Año	
Contexto del estudio	El Repositorio Académico de la Universidad de Chile conserva, difunde y proporciona acceso a la investigación y publicaciones académicas generadas por docentes e investigadores del plantel. Su colección asciende a más de 23.000 publicaciones e incluye todo tipo de documentos digitales: artículos de revistas, libros, capítulos de libros, tesis, informes técnicos, ponencias, imágenes, documentos de trabajo, entre otros.
Objetivo del Documento: Los objetivos del repositorio son: 1. Difundir los documentos publicados por la Universidad y por los miembros de la comunidad universitaria. 2 Incrementar y potenciar la visibilidad de las obras, los autores y la Universidad. 3 Garantizar la accesibilidad futura y la conservación de los documentos digitales generados por la propia institución. 4 Concentrar en un único servidor e interfaz de búsqueda todos los materiales o documentos digitales publicados por la institución. 5 Aumentar el impacto de la producción científica disponible en red.	
Resumen: Los contenidos se organizan jerárquicamente en comunidades: facultades, institutos y organismos centrales. Cada comunidad tiene su propia página de acceso. Cada comunidad está organizada por colecciones que se corresponden con diferentes tipos de documentos: tesis, artículos, documentos de trabajo, etc. Una colección puede albergar un número de documentos ilimitado. Cada colección tiene su propia página de acceso.	

10. DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL RIEGO Y DRENAJE EN CHILE Y SU PROYECCIÓN. DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL RIEGO Y DRENAJE EN LA II REGIÓN. INFORME FINAL.

Nombre: DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL RIEGO Y DRENAJE EN CHILE Y SU PROYECCIÓN. DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL RIEGO Y DRENAJE EN LA II REGIÓN. INFORME FINAL	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	Ayala, Cabrera y Asociados LTDA. y AC Ingenieros Consultores LTDA.
Mandante	CNR - MINAGRI
Año	2003
Contexto del estudio	Presentar una síntesis del estado actual de la actividad agrícola y su proyección a nivel nacional.
Objetivo del Documento:	
Presentar una síntesis del estado actual de la actividad agrícola, señalar los problemas y causas que afectan o limitan su desarrollo y actualizar la información de las zonas regadas y regables.	
Resumen: El estudio comienza con los antecedentes generales y recursos básicos de la Región, considerando una descripción de los suelos, recursos hídricos y calidad de aguas. Luego, se hace una descripción del ámbito riego y drenaje, considerando: sectores de riego, eficiencias, sectores drenaje infraestructura, organizaciones de usuarios y proyectos. El diagnóstico de la situación actual contempla: uso actual de suelo; mercados, comercialización y precios; aspectos ambientales; cartera de proyectos de riego y drenaje; y conclusiones.	

11. DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Nombre: DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	Banco Mundial
Mandante	Dirección General de Aguas (DGA), Ministerio de Obras Públicas (MOP). Gobierno de Chile.
Año	2011
Contexto del estudio	La situación de los recursos hídricos durante las tres últimas décadas probablemente ha estado menos influenciada por el propio sector del agua que por la estrategia de desarrollo nacional de Chile y que por las políticas macroeconómicas y de otros sectores. El papel fortalecedor del mercado y el fomento de una economía orientada a la exportación.
Objetivo del Documento:	
Este informe identifica ocho desafíos principales vinculados a los aspectos legales e instrumentos de gestión, que se resumen a continuación. Proteger los derechos de agua de los grupos vulnerables. Mejorar la protección de los requerimientos hídricos para los ecosistemas y servicios asociados. Mejorar los mercados de aguas. Mantener la seguridad hidráulica de los derechos de aguas. Seguir avanzando en el uso efectivo de los derechos de aguas. Hacer la gestión del agua subterránea más sostenible. Profundización en las medidas ya tomadas para asegurar la calidad del agua. Mejora del registro público de los DAA.	
Resumen:	
Chile provee una extraordinaria variedad de condiciones climáticas y de disponibilidad de recursos hídricos. Las condiciones en la mitad norte del país son áridas con una disponibilidad media de agua per cápita menor de 800 m ³ por año. Durante las tres últimas décadas la presión sobre los recursos existentes se ha intensificado significativamente. La intensificación de la situación de los recursos hídricos durante las tres últimas décadas probablemente ha estado menos influenciada por el propio sector del agua que por la estrategia de desarrollo nacional de Chile y que por las políticas macroeconómicas y de otros sectores. A la luz de estos acontecimientos con respecto a la situación de los recursos hídricos y los arreglos institucionales para su gestión, este informe intenta identificar y tratar aquellos aspectos prioritarios y desafíos importantes a los que habrá que enfrentarse a medida que aumente la competencia por el agua, las interdependencias entre los usuarios y los conflictos asociados crezcan, y las presiones ambientales se intensifiquen.	
Información de relevancia para el Estudio	
Los problemas vinculados al uso del agua en Chile son de interés para el estudio realizado.	

12. INFORME DE EVALUACIONES DE SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO INSTALADOS ENTRE LA I Y LA V REGIÓN

Nombre: INFORME DE EVALUACIONES DE SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO INSTALADOS ENTRE LA I Y LA V REGIÓN	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile.
Mandante	Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile.
Año	2001
Contexto del estudio	-
<p>Objetivo del Documento: Evaluar y caracterizar el actual estado de funcionamiento de los sistemas de riego tecnificados instalados entre la primera y quinta región. Caracterizar los riegos tecnificados que se ubican a lo largo del área de influencia del estudio. Identificar las principales problemáticas que aquejan a los agricultores en la operación de sus sistemas de riego tecnificado. Medir el estado de funcionamiento de los equipos de riego en base a la aplicación de una metodología diagnóstico-práctica.</p>	
<p>Resumen: El análisis de los problemas más frecuentes de acuerdo a cada uno de los estratos, indica que para cierto estrato el 75% de los predios presentaron como principales problemas la baja uniformidad y la falta de mantención periódica en los sistemas de riego, producidas por el deterioro de las tuberías porta emisores (cinta de riego), el uso de cintas de distinto tipo y el uso de tubería de polietileno perforado artesanalmente como sustituto de la cinta de riego. Respecto a la falta de mantención periódica en los equipos, de acuerdo a lo señalado por los agricultores se debe al desconocimiento de los tratamientos que se deben aplicar, además de la forma en que deben realizarse. Como segundo problema en un 63% de los predios evaluados aparece la falta de Programas de Fertirrigación.</p>	

13. DIAGNÓSTICO DE FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES EN EL REGADÍO INTER REGIONAL. INFORME FINAL

Nombre: DIAGNÓSTICO DE FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES EN EL REGADÍO INTER – REGIONAL. INFORME FINAL.	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción
Mandante	CNR - MINAGRI
Año	2010
Contexto del estudio	Analizar las fuentes de agua no convencionales entre las regiones de Arica y Parinacota y del Biobío, y mostrar perfiles de proyectos relacionados.
Objetivo del Documento	
<p>Proyectar la oferta y demanda de recursos hídricos para los próximos 10 años y determinar el uso relativo de los distintos sectores de usuarios. Identificar y catastrar fuentes de agua no convencionales para las cuencas deficitarias. Analizar los métodos de utilización de fuentes de agua no convencionales para riego. Realizar, al menos, 30 perfiles avanzados de proyectos de riego para las cuencas priorizadas, utilizando fuentes de agua no convencionales. Realizar 4 prediseños de proyectos, incluyendo análisis de costos y propuestas de solución a problemas legales.</p>	
Resumen:	
<p>Tomo I: Contempla los antecedentes del estudio, tales como: la política general en la que se basa el estudio, objetivos generales y específicos. También se muestra un resumen de las demandas hídricas por sector productivo en cada cuenca hidrográfica de Chile, basado en el estudio de Ayala y Cabrera (2007), y la oferta actual y futura del recurso para, posteriormente, determinar el déficit hídrico y las cuencas deficitarias. Luego, se efectúa un análisis de las cuencas deficitarias y se identifican los métodos para el aprovechamiento de fuentes no convencionales a nivel nacional e internacional, para así priorizar las alternativas que más se adapten al escenario nacional.</p>	

Nombre: DIAGNÓSTICO DE FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES EN EL REGADÍO INTER – REGIONAL. INFORME FINAL.
Tomo II: Se expone un catastro por cuenca de las fuentes de agua no convencionales, incluyendo un análisis de dichas fuentes, y de perfiles de proyectos de aprovechamiento, para luego priorizarlos. Asimismo, se incorpora un capítulo de prediseño de los proyectos priorizados. Información de relevancia para el Estudio: Define escala de análisis (cuencas) apropiada para estudios hídricos vinculados al rubro agrícola. Muestra un análisis, a gran escala, de las eventuales alternativas para aumentar la oferta hídrica.

14. DIAGNÓSTICO Y CLASIFICACIÓN DE SECTORES ACUÍFEROS

Nombre: DIAGNÓSTICO Y CLASIFICACIÓN DE SECTORES ACUÍFEROS	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	Geo hidrología Consultores Ltda.
Mandante	DGA
Año	2009
Contexto del estudio	La creciente demanda de agua provoca efectos en los sistemas hídricos, tanto en calidad como en cantidad. Asimismo, la intensa explotación de aguas subterráneas trae consigo el potencial deterioro de la calidad. Consecuencia de lo anterior, resulta necesario desarrollar las bases para la caracterización, de acuerdo a la calidad química, de los recursos hídricos subterráneos, además de desarrollar metodologías que permitan proponer cuerpos normativos respecto a la protección de dichos recursos.
Objetivo del Documento:	
Desarrollar una metodología que caracterice sectores acuíferos en cuanto a la calidad química de los recursos hídricos subterráneos, estableciendo criterios para su protección. Aplicar esta metodología en sectores acuíferos previamente definidos en conjunto con la Autoridad, considerando los niveles de explotación, la calidad química, el riesgo de contaminación que presenten. Establecer y validar instrumentos de protección de acuíferos. Resumen: El documento se inicia introduciendo al tema y explicitando los objetivos que se persiguen. Posteriormente, se detalla la metodología de clasificación de acuíferos, considerando: el esquema general de la metodología, el cálculo de Volver al Índice de calidad, análisis temporal del Volver al Índice de calidad y análisis estadístico para determinar el origen de los compuestos disueltos. Luego, se desarrolla la aplicación de la metodología de clasificación de acuíferos, sectorizado en tres partes: acuífero El Loa, Los Choros y Aconcagua. Se mencionan también los instrumentos para la protección de la calidad química del agua subterránea, particularmente en sectores acuífero estudiados. Se presenta una propuesta de monitoreo de la red de medición de la DGA, de acuerdo a criterios recopilados en bibliografía, para cada sector acuífero. Finalmente, se exponen las conclusiones y recomendaciones acerca del desarrollo de la metodología, instrumentos de protección y red de monitoreo de calidad de aguas subterráneas. Además, se presentan recomendaciones de trabajos futuros y la bibliografía.	

15. DIAGNÓSTICO Y CLASIFICACIÓN DE LOS CURSOS Y CUERPOS DE AGUA SEGÚN OBJETIVOS DE CALIDAD

Nombre: DIAGNÓSTICO Y CLASIFICACIÓN DE LOS CURSOS Y CUERPOS DE AGUA SEGÚN OBJETIVOS DE CALIDAD	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	Cade-Idepe Consultores en Ingeniería
Mandante	DGA
Año	2004
Contexto del estudio	El estudio tiene como finalidad definir la propuesta técnica de asignación de la calidad objetivo para los cursos y cuerpos de agua prioritarios del país
Objetivo del Documento:	
Conocer la calidad natural y actual del agua. Determinar los caudales disponibles para la dilución de contaminantes y tipificar los cursos y cuerpos de agua.	

Nombre: DIAGNÓSTICO Y CLASIFICACIÓN DE LOS CURSOS Y CUERPOS DE AGUA SEGÚN OBJETIVOS DE CALIDAD
Identificar las aguas de calidad de excepción, las aguas aptas para usos prioritarios (captación de agua para potabilización, usos agropecuarios, acuicultura y pesca deportiva) y para la protección o conservación de las comunidades acuáticas y aquellas sólo aprovechables para fines industriales.
Resumen: El estudio constituye la base para la posterior formulación de anteproyectos de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales para 33 cuencas prioritarias de Chile, entre las cuales fueron seleccionadas la cuenca del río Loa y del Salar de Atacama.

16. INFORME DE EVALUACIONES DE SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO INSTALADOS ENTRE LA I Y LA V REGIÓN

Nombre: INFORME DE EVALUACIONES DE SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADO INSTALADOS ENTRE LA I Y LA V REGIÓN	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile.
Mandante	Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile.
Año	2001
Objetivo del Documento:	
Evaluar y caracterizar el actual estado de funcionamiento de los sistemas de riego tecnificados instalados entre la primera y quinta región.	
Caracterizar los riegos tecnificados que se ubican a lo largo del área de influencia del estudio. Identificar las problemáticas que aquejan a los agricultores en la operación de sus sistemas de riego tecnificado. Medir el estado de funcionamiento de los equipos de riego en base a la aplicación de una metodología diagnóstico-práctica.	
Resumen:	
El análisis de los problemas más frecuentes de acuerdo a cada uno de los estratos, indica que para cierto estrato el 75% de los predios presentaron como principales problemas la baja uniformidad y la falta de mantención periódica en los sistemas de riego, producidas por el deterioro de las tuberías porta emisores (cinta de riego), el uso de cintas de distinto tipo y el uso de tubería de polietileno perforado artesanalmente como sustituto de la cinta de riego. Respecto a la falta de mantención periódica en los equipos, de acuerdo a lo señalado por los agricultores se debe al desconocimiento de los tratamientos que se deben aplicar, además de la forma en que deben realizarse. Como segundo problema en un 63% de los predios evaluados aparece la falta de Programas de Fertirrigación.	

17. PROYECCIÓN DE CONSUMO DE AGUA EN LA MINERÍA DEL COBRE 2014-2025

Nombre: PROYECCIÓN DE CONSUMO DE AGUA EN LA MINERÍA DEL COBRE 2014-2025	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	Dirección de Estudios y Políticas Públicas. Comisión Chilena del Cobre
Mandante	Gobierno de Chile
Año	2014
Contexto del estudio	El uso y manejo del recurso hídrico en la zona norte del país, se ha posicionado como un tema principal en la tarea de continuar con la actividad minera y preparar su avance de manera eficiente y responsable a futuro.
Objetivo del Documento:	
El objeto del estudio es estimar la proyección de demanda de agua por parte de la industria minera del cobre y realizar un análisis detallado considerando una visión por región, proceso, estado de avance, condición, tipo de proyecto y estado de los permisos ambientales.	
Resumen: En la Región de Antofagasta, cabe destacar, que al 2025, el consumo de agua fresca tiene una tendencia decreciente, principalmente por el uso de agua de mar en la minería del cobre. Se espera que al 2025, el consumo de agua de mar en la región, duplique el consumo de agua fresca. En general, al analizar comparativamente el consumo de agua fresca y el agua de mar, se podría concluir que dentro de la próxima década los proyectos que cuentan con uso de agua fresca, poseen mayor certeza, que aquellos que plantean usar agua de origen marino. Para el 2025, más de la mitad del consumo esperado de agua de mar, proviene de proyectos en condición de posible o potencial, otorgando mayor incertidumbre a su fecha de materialización	

18. EXPLORADOR DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS NO CONSUNTIVOS

Nombre: EXPLORADOR DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS NO CONSUNTIVOS	
Reseña bibliográfica	
Ejecutor	
Responsables	MINISTERIO DE ENERGÍA Y DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (MINISTERIO FDE OBRAS PÚBLICAS) GOBIERNO DE CHILE. DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE.
Año	2014 (última actualización)
Contexto de la fuente	El explorador de Derechos de Aprovechamiento de Aguas No Consuntivos (DAANC) es fruto del Programa de Trabajo entre el Ministerio de Energía, la Dirección General de Aguas y el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, en cumplimiento del compromiso establecido en la Agenda de Energía, de mantener y operar una plataforma de información actualizada y georreferenciada sobre los derechos de aprovechamiento de aguas no consuntivos otorgados y en trámite para uso en hidroelectricidad en las cuencas prioritarias del SIC.
Objetivo del Documento:	
El objetivo de la puesta en marcha de herramienta es facilitar el análisis de bases de datos de DAANC oficiales por parte de usuarios con conocimientos computacionales básicos.	
Resumen:	
El Explorador de DAANC, es una herramienta de información pública que permite identificar y caracterizar zonas en distintos niveles, regional, cuencas y sub subcuenca, en etapas tempranas y prospectivas para iniciativas hidroeléctricas, junto a la visualización espacial de los derechos, titulares tenedores de los mismos, información histórica, capacidad hidroeléctrica instalada en los sistemas eléctricos, entre otros Una de las características más destacables es su habilidad para llevar a cabo análisis de distribución espacial de DAANC Constituidos y Solicitados mediante la generación de resúmenes de atributos considerados relevantes para la evaluación de iniciativas hidroeléctricas.	

Los documentos citados han sido incorporados como antecedentes base en el diagnóstico territorial del Plan de Riego, principalmente en los aspectos de caracterización de la cuenca y los recursos naturales, infraestructura de riego y gestión de los recursos hídricos.

3.2 Entrevistas y Reuniones de Coordinación

Actualmente existe una práctica establecida de coordinación institucional pública, para desarrollar proyectos que involucran la participación ciudadana. En concreto, durante el año 2016 se han desarrollado en la Región de Antofagasta una serie de iniciativas relacionadas con la gestión del agua y el riego. Considerando la existencia de esta participación activa de los organismos públicos, se consideró fundamental la coordinación de las actividades del plan con estas iniciativas paralelas.

Con el objetivo de informar sobre los alcances de este estudio, durante el periodo de duración del Plan se coordinaron reuniones con diferentes instituciones, actores y organismos ligados al riego. Además, se han realizado entrevistas técnicas semiestructuradas para profundizar en la definición del rol de cada agente en la elaboración del PGR. En la siguiente tabla, se presenta el listado de actividades realizadas durante la fase inicial del plan.

Tabla 3-1 Entrevistas y reuniones realizadas

Actividad	Fecha	Hora	Lugar
Entrevista a DOH Calama	06-10-2015	8:30	Calama
Entrevista CONADI Tierra y aguas	07-10-2015	15:00	Calama
Entrevista a Dirigente ASAC	15-10-2015	16:00	Calama
Entrevista a Dirigente Socaire	16-10-2015	11:30	Calama
Reunión Dirigentes Peine	20-10-2015	10:00	Peine
Reunión Dirigentes Socaire	20-10-2015	15:00	Socaire
Reunión Dirigentes Camar	20-10-2015	18:30	Camar
Reunión con PRODESAL Taltal	29-10-2015	15:00	Taltal
Reunión con PRODESAL	04-11-2015	15:30	San Pedro de Atacama
Reunión Presidente de ASAC	05-11-2015	13:00	Calama
Entrevista Asociación Agrícola Altos la Portada	09-11-2015	13:00	Antofagasta
Reunión Dirigentes Toconao	14-11-2015	11:00	Toconao
Reunión Dirigentes Camar	14-11-2015	15:00	Camar
Reunión Dirigentes Peine	14-11-2015	17:00	Peine
Entrevista MIDESO	17-11-2015	15:00	Antofagasta
Entrevista Encargado PIRDT	17-11-2015	16:00	Antofagasta
Reunión Panire y Presidente Consejo Alto El Loa	24-11-2015	11:00	SAG Calama
Reunión Ayquina Turi	05-12-2015	12:00	Capilla Turi
Reunión Vilama	06-12-2015	11:30	Restaurant PIRKA
Reunión Comunidad Aguas Servidas Tratadas	07-12-2015	17:00	Casa de Noemi Cuevas
Reunión Licantatay	09-12-2015	16:00	Sede Comunidad
Reunión Consejo de Pueblos Alto el Loa	09-12-2015	19:30	Geotel
ADI Atacama La grande	12-12-2015	09:00	Solcor
Reunión Rio Grande	16-12-2015	12:00	Sede comunidad
Reunión Talabre	05-01-2016	12:00	Talabre
Reunión Soncor	09-01-2015	12:00	Soncor

Fuente: Elaboración propia.

La pauta de las entrevistas realizadas fue validada por la CNR y se presenta en el Anexo N° 1 del informe. De igual manera, en el Anexo N° 5 se incluyen los registros que permiten comprobar el desarrollo de esta actividad.

3.3 Implementación de la Estrategia Comunicacional

La estrategia comunicacional ha contemplado una serie de actividades y productos cuyo impacto en el territorio ha sido variable de acuerdo al tipo de medio utilizado. De acuerdo con la realidad de los territorios, el mejor canal de difusión del Plan de Riego, han sido los encuentros bilaterales, las reuniones, las entrevistas y los talleres participativos.

En cuanto a la implementación de la estrategia comunicacional, se han identificado determinadas barreras relativas a la falta de confianza del territorio hacia las autoridades regionales que se visibilizan en la manifestación de cierto descontento. Este hecho parece motivado por la falta de cumplimiento en ciertos compromisos, así como la inasistencia de alcaldes y otras autoridades en

las principales reuniones. El descontento o falta de confianza percibida se identifica desde una perspectiva más global, no siendo responsabilidad de un solo Ministerio.

Otra dificultad encontrada es la existencia de problemas en las comunidades y organizaciones que dificultan el acceso a la información. En algunas organizaciones tienen problemas ya que algunos dirigentes no cuentan con derechos de agua o porque existe un reparto irregular de aguas en los turnos de riego. Estos conflictos internos generan tensiones que han dificultado la recopilación de información en algunas comunidades o grupos de riego.

La participación de las comunidades indígenas ha sido abordada desde la participación en distintas instancias regionales, apoyadas por el SEREMI de Agricultura y por el Coordinador Regional de Riego. Es así como el Plan de Riego se ha presentado en las reuniones de las ADI y en mesas de trabajo regionales, como la Mesa de Peine, la Mesa de Quillagua y la Mesa de Calama.

La participación en estas iniciativas ha tenido dos objetivos principales que responden tanto a la estrategia comunicacional como a la estrategia de intervención territorial. Por un lado, se abarca la difusión de la Plan hacia las comunidades, y por otro se ha conseguido la legitimación del Plan, como una iniciativa de participación ciudadana inclusiva no discriminatoria, que busca el aporte de todos los agricultores de la región, sin importar si la comunidad es pequeña, o está alejada de las zonas productivas. El trabajo con los líderes de las comunidades ha sido esencial para la realización de los talleres, teniendo una recepción positiva y participación activa.

En relación con los productos de la estrategia comunicacional, se presentan las siguientes conclusiones:

- a) La oficina en el territorio: La oficina no ha recibido el número de visitas esperadas. Los agricultores y agricultoras no se han personado en ella para realizar consultas. En esta región los representantes de los servicios públicos se desplazan hacia los territorios y atienden *in situ* a los usuarios del riego. Los funcionarios se acercan a las distintas comunidades y realizan bajadas de información y los guían para postular a distintos proyectos de riego, de manera muchas veces personalizada. Es por esto que los usuarios plantean sus dudas e ideas al Plan de Riego, cuando son visitados en sus territorios, siendo San Pedro de Atacama un importante nodo de acción para las instituciones y comunidades indígenas de la región.
- b) Los dípticos y trípticos: El material impreso, pese a que los funcionarios sí lo consideran importante, no han tenido una buena recepción entre los agricultores, los cuales no revisan su contenido.
- c) El inserto en el diario: La invitación al lanzamiento del estudio fue realizada por varios medios, que incluyeron el correo electrónico y reuniones. Uno de estos medios fue el Diario La Estrella del Loa. Sin embargo, los asistentes al lanzamiento fueron incentivados a asistir gracias a la invitación personal recibida, no por la información del diario.
- d) Panel araña y pendón: Estos medios son aceptados por la comunidad, porque identifican la institución a cargo del Plan de Riego y entregan un mensaje simple de invitación a participar. Sin embargo, la información contenida en estos medios es muy escasa y son mejorables.

- e) Los afiches: Los afiches para convocar a los talleres cumplen su objetivo. Son ubicados en lugares próximos a las actividades. En los territorios se utilizan bastante los mensajes en papel o en pizarra ubicados en lugares públicos, como juntas de vecinos, municipalidades, o simplemente en las calles.
- f) Los avisos radiales: Se ha utilizado los avisos radiales para convocar a las comunidades a los talleres de participación ciudadana para la identificación de brechas e imagen objetivo del Plan de Riego. En esta etapa se plantea el trabajo con radios locales, que son las más escuchadas por los beneficiarios/as del Plan.

3.3.1 Lanzamiento Público del Estudio

El Lanzamiento del Estudio fue la actividad pública liderada por la Comisión Nacional de Riego en la que se presentó la iniciativa del estudio a la comunidad regional. Se realizó una invitación masiva a los servicios públicos, autoridades regionales, actores políticos y principalmente de la comunidad.

La actividad fue realizada el 24 de septiembre de 2016, en la Sede de la Junta de Vecinos de San Pedro de Atacama. En la ocasión, se contó con la presencia de los SEREMIs de Agricultura, de Desarrollo Social y de Deportes. También participaron el representante de CNR en la Región, representantes de la Unidad de Desarrollo CNR, y el asesor de la Secretaría Ejecutiva.

Representando a las comunidades de regantes y usuarios de agua de la zona, asistieron agricultores de Chiu Chiu, Catarpe, Solcor, Quitar, Socaire, Solor, Quillagua, Peine y Toconao. Además, participaron diversos representantes del Consejo de Pueblos Indígenas y asistió la alcaldesa de San Pedro de Atacama.

Se registró un total de 45 asistentes, a los que se les entregó una carpeta cuyo contenido fue el díptico informativo, más el cuestionario y una página del libro de ideas. Los instrumentos completados por la comunidad, fueron recogidos al finalizar la actividad, y posteriormente analizados.

Además, se puso a disponibilidad de la comunidad, un transfer desde Calama hacia San Pedro de Atacama, y otro desde Peine hacia San Pedro. Ambos servicios de ida y regreso para facilitar la participación de la comunidad en el Lanzamiento.

Durante el desarrollo de la actividad, el SEREMI de Agricultura abrió la convocatoria invitando a la comunidad a participar, explicando los lineamientos generales del proyecto. A continuación, Leonardo Pizarro y Jaime Yáñez, explicaron detalladamente de parte de CNR, las características del proyecto, objetivos principales, ejes fundamentales, etapas de desarrollo y modalidad de trabajo.

Figura 3-1 Actividad de lanzamiento



Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se dio lugar a una ronda de consultas y preguntas en las cuales la comunidad presente manifestó sus dudas, consultas, inquietudes y sugerencias sobre la realización del estudio, los objetivos del mismo y los responsables de la ejecución. El registro de asistentes a la actividad de lanzamiento se encuentra en el Anexo N° 4.

3.4 Implementación de la Estrategia de Intervención Territorial

3.4.1 Aplicación del Libro de Ideas

El Libro de Ideas es un instrumento de levantamiento de información cualitativa, en que se plantea sólo una única pregunta ¿Cómo podemos mejorar el riego en la región? Las respuestas a esta pregunta han permitido levantar información priorizada, debido a que las personas al contestar una pregunta se concentran en lo más importante. El instrumento se ha aplicado en todas las zonas de trabajo. A continuación, se presenta una sistematización de las ideas recogidas, con la asociación de eje temático, concepto e indicador relacionado.

Tabla 3-2 Sistematización de ideas Zona 1

Eje Temático	Ideas para mejorar el riego
Infraestructura de riego	Falta de agua.
	Captación de nuevas vertientes de mayor calidad.
	Mejorar o reparar los canales de regadío.
	Cambiar canales por tuberías.
	Captaciones de otras vertientes.
	Mejoramiento de las redes de canalización.
	Arreglo de canales.
	Conduciendo más aguas de Lasana alta de mejor calidad.
	Reparar el tranque en Toconao.
	Estanques acumuladores de agua.
	Construcción de más represas en el sector poniente del poblado para habilitar nuevas zonas de cultivo.
Productividad agrícola	Saneamiento de título de dominio de los huertos.
	Utilizando y apoyo riego más útil como goteos u otros.
	Riego por goteo, por aspersión, por cinta.
	Habilitación de sistemas de riego tecnificado como aspersión o goteo para el ahorro de agua.
Gestión institucional	Los burros se han multiplicado considerablemente hacen daño a nuestros huertos y contaminan las aguas.
	Arreglando las infraestructuras públicas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-3 Sistematización de ideas Zona 2

Eje Temático	Ideas para mejorar el riego
Infraestructura de riego	Aumentar el agua del río Loa.
	Falta agua.
	Instalar tuberías, ya que se aprovecharía mejor el agua.
	Más revestimiento de canales.
	Falta más infraestructura en los canales
	Mejorar las pocas tomas de canales matrices y compuertas y todos los ramales.
	Mejorando y construyendo: canales, estanques acumuladores de agua.
	Construcción de más estanques acumuladores de agua.
	Tener otro estanque para acumular más agua.
Nuevas tecnologías.	

Eje Temático	Ideas para mejorar el riego
Productividad agrícola	Riego por goteo.
	Implementación de riego técnico.
	Implementar tecnología de riego por aspersión.
	Implementar maquinarias de cultivos.
	Mejorando en semillas y abonos.
Gestión institucional	Necesitamos más apoyo de los funcionarios públicos.
	Que las aguas superficiales sean para la agricultura.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-4 Sistematización de ideas Zona 3

Eje Temático	Ideas para mejorar el riego
Infraestructura de riego	Controlar el río Loa.
	Aumentar el caudal en el río Loa.
	Implementar riego tecnificado y también instalando plantas de tratamiento de agua, para mejorar la calidad del agua.
	Mejorar la calidad de agua porque el agua es muy salada
	Mejorar la calidad del agua.
	Que las autoridades y mineras se preocupen de mejorar la calidad de agua, tanto para la agricultura y la calidad de vida de las personas.
	Mejorar todos los canales principales de Calama, para las 12 comunidades de agua.
	Canales medianeros ya que son una forma de hacer un aprovechamiento óptimo del recurso.
	Pavimentando los canales públicos y privados para un mejor aprovechamiento de las aguas.
	Aforar en los diferentes canales.
	Mejorar los canales y que no sean de tierra para que no se pierda el agua por filtración.
	Mejoramiento de canales.
	Proyectos de canalización de canales de regadío.
	Aforo en canales de riego.
	Revestimiento de canales, por ejemplo, el Canal Chañar.
	Revestimiento a canales matrices e intraprediales.
	En Quillagua es necesaria una represa.
	En Quillagua no hay agua.
	Estanques para acumular agua.
	En Quillagua un acumulador de agua.
	Construir una buena canalización, compuertas útiles que se puedan operar.
	Mejora en sistema de compuertas de aforamiento para así entregar la cantidad que cada agricultor necesite.
	Mejoramiento de compuertas y tornillos, canales matrices y canales internos.
Compuertas satelitales.	
Mejorar la infraestructura de matrices y compuertas.	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-5 Sistematización de ideas Zona 4

Eje Temático	Ideas para mejorar el riego
Infraestructura de riego	Contaminación con basura más abajo del río Vilama por la presencia de dunas.
	Sedimentación y contaminación con la sal de la Cordillera de la Sal.
	Restituir la flora y fauna filtrante de la cuenca del río San Pedro y contribuir a la mejora de la calidad del agua (rizo filtración y Fito filtración).

Eje Temático	Ideas para mejorar el riego
	Desviar el río Salado por otra quebrada o instalando ductos que no pase por sectores salados.
	Terminar de canalizar el canal del río Vilama donde no lo está. Lo poco canalizado está en muy mal estado.
	En el río Vilama entubar el canal frente a las poblaciones.
	Buscar otras fuentes de agua como por ejemplo pozos profundos.
	Canalizar todas las aguas desde arriba hacia abajo.
	Canalizar el río San Pedro de Atacama desde San Bartolo para mejorar la cantidad de agua.
	Reparación de canales: compuertas, gaviones.
	Aprovechar los estudios de embalses en San Pedro de Atacama.
	Falta construir más estanques acumuladores nocturnos para los Ayllu más apartados.
	Construir acumuladores nocturnos para los grupos de riego en San Pedro.
Gestión de las OUAs	Planificación y repartición en forma equitativa la repartición de agua.
	Es imperativo que la asociación de regantes constituya derechos de aprovechamiento de agua subterránea.
	En Camar solucionando los terrenos de la comunidad con respectivos títulos y sus derechos de agua.
Gestión institucional	Robos de agua en el río Vilama.
	Visitas inspectivas a la cuenca del río San Pedro.
	Prohibiendo a las grandes empresas y particulares que sigan explotando y comprando agua.
	No dejar que las aguas se vendan a las mineras, hoteles y nuestros campos.
	No autorizar más pozos subterráneos, porque las napas se están secando.
	Declarar el río agotado.
	Los predios que se utilizaban para sembrar hoy se venden y transforman en hoteles y hostales.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-6 Sistematización de ideas Zona 5

EJE TEMÁTICO	Ideas para mejorar el riego
Infraestructura de riego	Situaciones precarias de las instalaciones para el transporte del agua.
	Instalación de matriz agua cruda.
	Estanques de acumulación.
Productividad agrícola	Falta de riego tecnificado.
	Aprovechamiento de las aguas servidas tratadas.
	Planta de tratamiento.
Gestión de las OUAs	Solicitar derechos de agua.
	Regularización de pozos ante bienes nacionales y DGA.
Gestión institucional	Que las entidades que tienen que ver con riego se sienten a conversar y dar una respuesta concreta a los agricultores.
	Invertir mayores recursos en la región.
	Flexibilizar la Ley de Riego de acuerdo a la realidad de cada comuna.
	Trabajar en conjunto todos los servicios implicados.
	Facilitar la extracción de agua en pozos con permisos de Bienes Nacionales y la DGA.
	Agilizar toma de decisiones por parte de Bienes Nacionales.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-7 Sistematización de ideas Zona 6

Eje Temático	Ideas para mejorar el riego
Infraestructura de riego	Mejorar la calidad del agua.
	Depender de sólo agua desalada es un peligro para nuestras inversiones: pozo de agua.
	Matriz con arranque a cada socio y medidor de agua.
	Instalación de red de agua para Altos La Portada.
Productividad agrícola	Instalación de red de energía eléctrica para oxigenar los cultivos hidropónicos.
	Planta desaladora para los agricultores.
Gestión institucional	Tener más ayuda de organismos del Estado, como CONADI, INDAP y otros para mejorar nuestro riego.
I + D + i	Estudio hidrológico.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo descrito en las tablas anteriores, en la Zona 1 se presentaron sugerencias de los agricultores referidas a la seguridad del riego, vinculadas a la cantidad y calidad del agua. La preocupación más generalizada estuvo asociada a la infraestructura de riego, en relación con la superficie regada. También existe preocupación por el nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción, donde la mayor cantidad de ideas se refiere a la necesidad de mejoramiento de los canales. También se recoge una necesidad de desarrollar la infraestructura de acumulación de aguas y reparación de la existente. Además, existe una preocupación por la contaminación de las aguas, como consecuencia de la presencia de animales salvajes en la zona, específicamente de asnos.

Por otro lado, algunas ideas recogidas también se relacionan con las necesidades de tecnología de riego para mejorar la producción. Se mencionan distintos sistemas de riego como posibles opciones de implementación. Se establece como prioridad la necesidad de mejorar la infraestructura de la zona, para dar paso a mayor productividad agrícola.

Para la Zona 2, la mayor cantidad de ideas se relacionan con la productividad agrícola, principalmente tecnificación. Las tecnologías de riego se asocian a una mejora en la productividad.

En cuanto a las necesidades de infraestructura de riego, se manifiesta que se encuentran vinculadas tanto al nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción como a necesidades de infraestructura para acumulación de aguas. Se recoge también la inquietud asociada a la falta de disponibilidad de agua para riego. En relación con la gestión institucional, se reclama la presencia de las instituciones públicas en el territorio.

En la Zona 3, se observa preocupación por el estado de las infraestructuras de captación y conducción. En Quillagua existe la necesidad de un estanque acumulador de agua. Además, se identifican necesidades de obras de tecnificación para la distribución del agua. También existe preocupación por la cantidad y la calidad del agua.

A diferencia de las dos zonas anteriores, en esta zona adquiere relevancia la gestión de las OUAs. Estas organizaciones presentan debilidades para gestionar las aguas, por ejemplo, existen problemas en la repartición de derechos y se acusan de extracciones ilegales.

Existe una demanda dirigida a las instituciones públicas para fomentar el riego, a través de distintas medidas de fiscalización, que presentan como actores antagonistas a las mineras. En esta zona se recogen menciones a necesidades sobre estudios de cuenca.

En la Zona 4, existe preocupación por la cantidad de agua disponible. En relación con la infraestructura de riego, la mayoría de las ideas recogidas se relacionan con el nivel de desarrollo de la infraestructura de captación. En referencia a la infraestructura de acumulación, se menciona la necesidad de nuevas construcciones y se menciona el proyecto del embalse en San Pedro de Atacama. Además, en esta zona se recogen comentarios sobre la gestión interna de las OUAs y la necesidad de obtención de derechos de agua subterránea. Se denuncian extracciones ilegales en el río Vilama. En lo que respecta a la gestión institucional, existe demanda por acciones contra las mineras y la idea de declarar el río San Pedro agotado.

En la Zona 5, se recoge la mayor cantidad de ideas respecto a la gestión institucional. Es decir, hay demanda por recursos, presencia de las instituciones, pero principalmente, por la solución del requerimiento pendiente con Bienes Nacionales en relación con sus títulos de dominio. También es urgente la necesidad de contar con derechos de agua. En relación con la productividad agrícola, las ideas se relacionan con la tecnificación de procesos relacionados, como una planta de tratamiento de aguas servidas.

Finalmente, en la Zona 6 se menciona preocupación por la calidad del agua y por el nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción. Existe demanda por tecnificación de procesos productivos y acceso a energía eléctrica, por una planta desaladora y por apoyo institucional. También se recoge la idea del desarrollo de un estudio hidrológico.

3.4.2 Entrevistas a los Servicios Públicos

Durante el desarrollo del estudio se han realizado entrevistas a los servicios públicos vinculados al riego en la región, como son:

- CNR Regional.
- INDAP.
- PIRDT.
- MIDESO.
- DOH.
- DGA.
- CONADI.

Las principales ideas recogidas en las entrevistas se presentan a continuación:

- En la zona de San Pedro de Atacama, las mediciones de las estaciones fluviométricas demuestran que ha bajado el caudal. La calidad del agua también es mala. Lo anterior provoca el malestar de los agricultores con la autoridad en general por que no se realiza una intervención para mejorar las condiciones.
- El estudio “Mejoramiento del Riego en San Pedro de Atacama”, a cargo de CNR es un muy buen estudio técnico. Permitted evaluar la situación del riego en la localidad de San Pedro, pero causó gran rechazo porque no hubo una bajada de información previa, entonces les llegó de forma repentina a los agricultores.
- Se ha logrado recuperar las confianzas con la comunidad de San Pedro.

- La Asociación de Regantes de San Pedro de Atacama y la Asociación de Regantes de Vilama postulan a la Ley N° 18.450.
- En la región no hay consultores de riego.
- CNR trabaja con DOH, DGA, INDAP, SAG y CONADI.
- Los agricultores de Calama solicitan mejorar la calidad del agua, la cual cada vez viene presenta una mayor salinidad y los turnos se extienden más en la época de riego. Por ello, necesitan también un embalse, para recuperar las aguas de la época estival del invierno altiplánico.
- Calama no postula a la CNR, ninguna comunidad de agua ha postulado nunca a la CNR, ni tampoco funcionan como comunidad de agua propiamente tal, como dice el código.
- En Calama, los canales están prácticamente todos revestidos, la infraestructura está construida, con necesidad de mejorarla. Existe una gran diferencia entre la infraestructura de Chiu Chiu Lasana en Calama, con la presente en poblados como Camar, Socaire o Peine. En Socaire no hay canales, son quebradas con piedra natural.
- En el año 2015 se lograron invertir por primera vez \$22.000.000 por Programa de Inversión en Riego de CORFO y eso permitió traer consultores a la región, y también, tener proyectos bonificados en construcción y proyectos postulados y en revisión en la CNR. Es primera vez que la CORFO entrega recursos con este instrumento.
- El esfuerzo de las comunidades es bajo debido a que es la DOH la que estudia, licita y construye. Se producen comparaciones con las necesidades que implican los proyectos de la Ley 18.450.
- En esta región, el 90% de obras desarrolladas y financiadas por INDAP es de canales. Se ha tenido que impulsar la formación de criterio desde el punto de vista de construcción y diseño de obras. Los profesionales se han visto obligados a capacitarse en estos aspectos. Por el tema cultural y ancestral que tiene esta zona, todas las obras han sido sobre conducción de aguas desde vertientes del sector cordillerano hacia lugares donde los usuarios cultivan. Esta conducción se genera principalmente a través de bocatomas con entubación y canalización. Esta situación corresponde a las zonas de riego de Calama, Chiu Chiu y Lasana.
- INDAP ha impulsado el riego tecnificado en las zonas de Taltal, Atacama La Grande y en el sector de Toconao, debido a los cultivos que desarrollan, y también la generación de energías renovables no convencionales, a través de paneles solares, ligados a unidades productivas de hidroponía y riego tecnificado.
- Las inversiones realizadas en energías renovables, han sido principalmente en la costa, además de la zona de Toconao, donde se desarrolla la actividad vitivinícola.
- INDAP trabaja los territorios de Taltal, Antofagasta, Alto El Loa, Calama, San Pedro de Atacama. Sólo Tocopilla y Quillagua no están abarcados por INDAP, por conflictos con documentos de tierra. La gente habita más bien en áreas urbanas, y el Plan regulador no permite la intervención de INDAP.

- La principal problemática del agua en la región es la escasez y la calidad. La calidad de agua en Quillagua terminó por impedir la agricultura. Además, los límites de contaminación de metales pesados son sobrepasados para riego y para consumo humano.
- En Calama, el río Loa está seco, ya que la minería se ha llevado el agua y ha afectado su calidad. Actualmente se riega con aguas del río Salado, que tiene muy mala calidad, generando la degradación de suelo, lo que se ha traducido en monocultivos de alfalfa y maíz. No es posible desarrollar otros cultivos como hortalizas.
- Acceder a proyectos de CNR es muy complejo para la gente, debido a la cantidad de requisitos que solicita.
- En Calama y en Toconao, se dan los principales problemas de calidad de agua. El resto es más bien de cantidad, lo que ha mermado la agricultura.
- El principal instrumento de INDAP es el programa de riego campesino, que involucra el programa de riego intrapredial (individual), en el cual la institución ha puesto más de 398 millones de pesos (2015). El programa de riego asociativo favorece a asociaciones y grupos de agua, permitiendo la conformación de grupos más pequeños de beneficiarios que se hayan acreditado.
- La comunidad siempre está en búsqueda de proyectos de riego. Hay interés, muchas solicitudes y llamados, y se ha hecho un trabajo profundo con las unidades territoriales (PRODESAL Y PDTI), que levantan carteras de proyectos de sus usuarios (más los propios de INDAP). La demanda es cada vez mayor, incluyendo energías renovables, superando totalmente las expectativas de INDAP. Siempre hay demandas de riego.
- Una cosa fundamental en la gestión institucional, es que se debe incluir un estudio de cuencas. Esto debido a que, en otros años, crecidas de agua de verano, se han llevado obras ya implementadas. No hay un estudio en la región, que indique dónde y cómo se instalen barreras de contención aluvional, que debiera construir la DOH.
- Las demandas de estudio de cauce de la región, debieran ser acogidas de manera urgente, esto ayudaría mucho en la gestión de todos los organismos que disponen fondos para proyectos de riego. Este ordenamiento permitiría conocer dónde y cómo desarrollar proyectos en la región, al mismo tiempo de explicarle a los agricultores con argumentos dónde se puede trabajar, y dónde no es recomendable hacerlo. Ha habido lugares muy afectados.
- En Taltal, se están tratando de regularizar derechos de agua para tres asociaciones, un pozo para cada una, pero Bienes Nacionales aún no aprueba la cesión de derechos, que es lo que necesita la DGA para regularizar los pozos.
- La gestión de la institucionalidad, debe mejorar de manera urgente. Hay oportunidades en las que es la institución la que impide los proyectos.
- INDAP, para el año 2016 no va a aumentar el presupuesto regional, y se piensa dar más énfasis al Programa de Riego Asociativo, porque hay compromisos concretos con comunidades (Yerbas Buenas, Taltal, Rio Grande) que no se han cumplido.

- La gente de Celeste en Toconao, hace dos años, espera un proyecto de riego, debido a una necesidad definida hace mucho tiempo. Es necesario cumplir y suplir esos compromisos para ir cerrando toda la cartera y demanda de proyectos.
- Dentro de los próximos años, hay algunas limitaciones por tema presupuestario. Habrá un gran impulso en temas de acumulación, además de revestir canales, porque los turnos de agua son complejos de administrar.
- Proyectos de acumulación van a asegurar la disponibilidad de agua para el riego, sin generar mayores tensiones o estrés hídrico en los cultivos durante las épocas productivas. Incluye energías renovables.
- Uno de los puntos críticos para la región, es que los usuarios no cumplen con el estándar administrativo requerido por CNR para postular a proyectos. Además, no cuentan con el aporte requerido en los proyectos. Por eso acuden al INDAP, ya que el acceso es más flexible.
- Respecto de la CONADI, que también realiza grandes aportes a los agricultores, no existe una fiscalización técnica de los proyectos que se han financiado.
- El principal problema en la región es la escasez hídrica. Por ejemplo, en Taltal hay problemas con el agua, ya que los agricultores deben transportar el agua en camiones aljibe o en sus propias camionetas a los sectores agrícolas. En este aspecto se van a realizar asistencias técnicas y ver la factibilidad de utilizar napas subterráneas.
- No existen muchas iniciativas PIRDT, ya que estas iniciativas sólo apoyan las inversiones para consumo humano. En este sentido, se ha realizado un APR de Camar y Quebrada de Taltal.
- El principal problema, es que la región no sabe cuánta agua hay, desconoce el balance hídrico de sus cuencas. Gracias al estudio CHI 535, se ha informado que existe una escasez creciente, por eso se requiere de sobremanera realizar un estudio de cuencas de la región.
- Según la CNR, se está gestionando la construcción de embalses y esa es la dirección correcta, para manejar de mejor manera, los recursos hídricos de la zona.
- Al embalse de Conchi hace mucho tiempo que no se le hace mantención. Al único que se le ha hecho mantención es al tranque Sloman, ya una vez hubo una crecida y embancó todo el tranque por lo que hubo que limpiarlo.
- Falta transparencia para saber cuánta agua extraen las compañías mineras, ya que no existe a ciencia cierta un real seguimiento a esta extracción.
- En la DGA se realizó un estudio de las napas subterráneas y éstas se están acabando.
- Falta un estudio de los actores involucrados en la extracción de agua en la región.
- Con respecto al riego, tenemos ya la aprobación de un estudio de cuencas del río Salado y Loa, del cual es contraparte la CNR y debe ser ejecutado por una consultora el año 2016.
- En Toconao existe un Proyecto de Chajnantor con dinero de ALMA, el cual se origina para compensar a la comunidad de Toconao por ocupar su territorio y que va desde los 150 MM a 200 MM anuales. Mediante un comité se decide si se realiza una sola iniciativa o se realizan numerosas iniciativas de menor costo.

- Todos los proyectos deben pasar por la aprobación del MIDESO, y es en esta instancia donde se frenan muchas iniciativas, que no cuentan con la calidad técnica adecuada.

3.4.3 Talleres de Participación Ciudadana

Durante la etapa de diagnóstico se realizaron talleres participativos y se aplicaron instrumentos de levantamiento de antecedentes que recogieron las experiencias, problemáticas y opiniones de los actores de los territorios. A continuación, se presenta un registro de las actividades realizadas por zona. En aquellas localidades donde se hizo más de una actividad o no hubo *quorum* para desarrollar un taller, se realizó una reunión de trabajo. En el Anexo 6 se adjuntan los registros de asistencia a los talleres.

Tabla 3-8 Registro de actividades PAC por Zona, Etapa 2

N° de actividad	Zona	Actividades realizadas	Localidad	Fecha	N° de participantes
1	1	Taller PAC Diagnóstico	Camar	20.11.15	15
2			Peine	02.02.16	11
3			Toconao	03.02.16	9
4		Reunión de trabajo	Peine	02.01.16	3
5	2	Taller PAC Diagnóstico	Chiu Chiu	25.11.15	8
6			Ollagüe	19.02.16	7
7	3	Taller PAC Diagnóstico	Calama	13.11.15	23
8				15-01-16	6
9			Likan Tatay y	01.12.15	7
10			Quillagua		
11	4	Taller PAC Diagnóstico	San Pedro	23.01.16	19
12			Rio Grande	05.12.15	9
13	4	Reunión de trabajo	Soncor	10.02.16	3
14	5	Taller PAC Diagnóstico	Taltal	29.10.15	11
15	6	Taller PAC Diagnóstico	Antofagasta	09.02.16	13

Fuente: Elaboración propia.

Esta información ha sido resumida en una matriz que describe las principales diagnósticos y propuestas pensados por los propios usuarios de riego, quienes tienen claridad respecto de las necesidades y soluciones a sus problemas de riego.

La matriz se presenta separada por zona y por comunidad, agregando además los proyectos en cartera para las zonas, los que se han obtenido a partir de las exposiciones de las instituciones de gestión del agua en las reuniones de CRR.

3.4.3.1 Matriz de Resultados de Participación Ciudadana Zona 1

Comunidad	Diagnóstico	Propuestas
Camar	Falta infraestructura. Recientemente, la comunidad de Camar solucionó legalmente la tenencia de las tierras y con esto han habilitado nuevos sectores para la agricultura, alrededor de 15 ha, las que quieren seguir aumentando. Interés en ampliar superficie de cultivo y organizarse para salir de la producción autosustentable y comenzar con ventas de sus productos al por mayor.	<p>Construcción de más estanques: expectativas de crecer en superficie de terreno cultivable.</p> <p>Realizar más captaciones de agua de otras vertientes de Camar (Pepina, Paicara y Carcote).</p> <p>Captación de aguas subterráneas en la parte baja de Camar cercana a los nuevos terrenos.</p>
	Necesidades de capacitación.	Capacitación: manejo de cultivos con sistemas de riego automatizado, fertilización, manejos agronómicos en general.
	Necesidades de apoyo legal.	Apoyo legal: en nuevas captaciones de nuevas vertientes, terrenos, sucesiones entre otras.
	Necesidades de tecnología.	Existe mucho interés en optar a riego presurizado para optimizar el recurso agua.
	Necesidades de infraestructura.	Canalización: la construcción de canales para llegar a nuevos terrenos, 600 metros aproximadamente, reconstrucción de canales en mal estado, y nuevas vertientes.
	Falta de información sobre la calidad del agua y la cantidad de recursos disponibles para riego.	Análisis de agua de las distintas vertientes.
Peine	Mala calidad de agua con presencia de boro, arsénico, carbonatos y otras sales.	Planta de tratamiento, con el fin de diversificar los cultivos. Lo anterior podrá hacer la agricultura más atractiva y rentable para los jóvenes.
	Terrenos no saneados: actualmente la gran mayoría de los documentos de propiedad está a nombre de personas fallecidas y sus herederos, esto los limita al momento de postular a proyectos, además no cuentan con recursos para realizar los trámites de traspaso.	Apoyo legal para el saneamiento de terrenos.
	Falta de tecnología.	Implementar una parcela demostrativa con utilización de riego tecnificado (goteo, aspersión) y técnicas agronómicas como fertirriego, para demostrar en forma empírica el funcionamiento de éstos, sumado al agua tratada para diversificar los cultivos.
	Problemas de infraestructura en el sector de Tilomonte, principalmente en canales y compuertas, se necesita de reconstrucción, nuevos canales y compuertas.	
	Eventualmente en épocas de lluvia, baja la creciente del río, lo cual afecta principalmente la quebrada de Tilomonte.	Muros de contención o de infraestructura para mitigar este problema.

Comunidad	Diagnóstico	Propuestas
Socaire	La falta de revestimiento de la totalidad de los canales intraprediales, compuertas y mal estado del canal matriz.	
	Bajada de aguas lluvias y la falta de infraestructura para mitigar los daños.	
Toconao	Problemas con infraestructura de canales.	Reparar los canales de regadío que tienen muchos años de uso. Entubar el canal de riego principal para así poder disminuir las pérdidas de agua debidas al canal antiguo que produce filtraciones.
	Problemas con infraestructura de tranque.	Reparar el tranque.
	Falta de tecnología.	Oportunidad de optar a proyectos de riego tecnificado.
	Existen problemas en títulos de dominio, la gran mayoría sólo tiene documentos de propiedad de abuelos y padres fallecidos, sin tener la posibilidad de actualizarlos, esto dado por falta de información en realizar la documentación y la falta de recursos. Esto limita la posibilidad en participar en proyectos.	Realizar saneamiento de título de dominio de los huertos.
	Problemas de infraestructura. Bajada de aguas lluvia (años 2010, 2011, 2012, 2015), si bien se construyó una estructura para encauzar el río, existen muchos huertos y sectores que no se han recuperado, otros quedaron como parte del cauce del río y algunos recuperados están sin acceso de canales de regadío. Lo anterior ocurre en la quebrada de Jere en los sectores de Care, Mamachana y Atite, en sector Bosque Viejo en lugares como Lacxira, Cocten y Cali por nombrar algunos. Se necesita de apoyo para poder resolver esta problemática.	Se solicita apoyo institucional para resolver esta problemática.
	Problemas de infraestructura. Desde el año 2012 no se cuenta con tranque para riego en los sectores Bosque Viejo y El Campo. Se han realizado trabajos, pero aún no se concreta la reparación por factores climáticos y burocráticos. Los turnos de agua en periodo estival van de los 15 a 20 días con caudal continuo, lo que les permite regar de noche. Con el tranque en funcionamiento esto no era posible ya que el celador sólo permitía riego durante el día y los turnos se alargaban aún más, pero esto les permitía tener agua en periodos de escasez. Esto no es posible ahora.	Reparación del tranque.
La directiva de la comunidad anterior al año 2014, realizó un catastro de las vertientes pertenecientes a territorios de la comunidad. Solicitan apoyo para recuperar algunas e inscribir, algunas de ellas son: Chularipelar, Onar, Zapaque, Poto, Alitar, Laguna Verde, Tipiaco.	Solicitud de apoyo para recuperar algunas vertientes además de inscribirlas, algunas de ellas son: Chularipelar, Onar, Zapaque, Poto, Alitar, Laguna Verde, Tipiaco.	

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3.2 Matriz de Resultados de Participación Ciudadana Zona 2

Comunidad	Diagnóstico	Propuestas
Chiu Chiu	Problemas de infraestructura. Los canales matrices necesitan ser reparados por completo, se necesita de un cambio general, desde las bocatomas.	Reparación de infraestructura de canales.
	Siempre falta agua en los canales. Según los agricultores, “las empresas acumulan el agua en el Tranque Conchi, siendo que este tranque era para la agricultura”.	
	Problemas en calidad del agua. La comunidad responsabiliza al tranque de relave Talabre de afectar las aguas, aire y suelo. En Lasana los cultivos ya no se dan al aire libre, tiene que ser invernadero.	Planta abatidora de arsénico e iniciativas para cultivar bajo invernadero.
	Problemas con los derechos de agua.	Regularización de los derechos de agua.
	Contaminación del aire. En Chiu Chiu todo se cultiva en invernaderos.	
Ollague	Problemas de infraestructura. Canales dañados.	Arreglos de canales.
	Infraestructura insuficiente.	Construcción de canales.
	Falta de agua.	Eliminar el uso del agua para la minería. Estanques acumuladores.
	Falta de acceso a tecnología.	Riego por aspersión.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3.3 Matriz de Resultados de Participación Ciudadana Zona 3

Comunidad	Diagnóstico	Propuestas
Calama	Canal Coco La Villa: Problemas con los derechos de agua. No están hechos los trámites correspondientes para regularizar los derechos en Ramal Tambores.	
	Problemas con los celadores: Cerro Negro y canal Coco la Villa. Problemas con los turnos, la continuidad de agua y la entrega de agua.	Cambio de celadores.
	Basura en los canales.	
	Falta contacto de las instituciones como la DGA o DOH.	Solicitar DOH envíe más agua del río Loa y se haga más fiscalización.
	Mucha burocracia para acceder a los concursos de riego.	
	Organización Ojo de Opache: hay personas con derechos de agua y sin acceso a un canal público ni privado.	
	Organización Canal Chunchuri bajo: el ingreso al predio es de tierra y pasa por un terreno ajeno el cual está lleno de maleza y desperdicios y lo peor es que no permiten ingresar para limpiar y mejorar sus condiciones.	Pavimentar los canales intraprediales para mejor uso del agua. Todos con derechos de agua vigentes e inscritos en conservador.
	Organización Canal El Tronco. Canal de tierra que por su estado tiene grandes pérdidas de agua por filtración.	Cementar el canal, para su mejor aprovechamiento.
	Organización: Canal Lay Lay- Canal Chunchuri Alto: interesados en riego tecnificado.	

Comunidad	Diagnóstico	Propuestas
	Problemas con los derechos de agua.	Derechos de agua de Calama sean entregados con litros que corresponden.
	Falta fiscalización de DGA – DOH partiendo con la distribución desde Chiu Chiu.	
	Problemas en la distribución del agua. En Calama se distribuyen los derechos de agua por comunidades.	Canal para Calama con control en la distribución inicial en Chiu Chiu.
	Agricultores que vendieron derechos de agua continúan regando.	Mayor fiscalización.
	Problemas con el estado de la infraestructura de canales intraprediales y principales. Problemas de paso de la servidumbre.	Arreglo de compuertas (canales) Revestimiento canales Coco la Villa, Cerro Negro. Arreglo compuertas de canales (con tornillos) canales principales o intraprediales. Decantadores de semillas a la entrada de los canales intraprediales de usuarios.
	Infraestructura insuficiente.	Construcción canales (mejoramiento) y por empresas de la zona (no contratistas de Santiago).
	Falta continuidad en los turnos de riego.	Continuidad turnos de riego. Ej.: en el caso de la alfalfa cada 7 días.
	Falta de agua.	Estanques acumuladores de agua.
	Problemas paso servidumbre (mantención canales).	
	Problemas internos en las comunidades de agua.	Mayor comunicación entre agricultores para ayudarse en problemas en la comunidad de agua
	Modificación de canales sin consulta a las comunidades de aguas.	Que se consulte a las comunidades de aguas.
	Organización de las comunidades de agua.	Conformar asociación de canalistas, un plan de riego de riego o normativa
	Sólo un 20% de los canales está revestido.	Revestir todos los canales.
	Mala calidad del agua. El agua está muy salada.	Planta de tratamiento.
Cambio el agua dulce para la agricultura y salada para la minería.		
Licantatay	Falta de infraestructura.	Estanques acumuladores de agua.
		Construcción de canales para reemplazar tuberías.
	Extracciones ilegales de agua.	
	Falta de conocimiento del recurso hídrico.	Estudios de hidrología e hidrogeología.
	Falta de recursos.	Inyección de recursos para mejorar la agricultura.
	Falta de conocimiento para manejar el recurso.	Capacitación. Asesorías en agua y suelo.
	Contaminación del suelo.	Soluciones de ingeniería.
	Contaminación de las aguas.	Planta de tratamiento.
Necesidad de acceso a tecnología de riego.		

Comunidad	Diagnóstico	Propuestas
Quillagua	Falta de agua para riego.	Tranque acumulador de agua.
	Canales no se mantienen con agua.	Para mantener los canales con agua hay que hacer una mini represa o mini tranque en el sector Calortoco. Es suelo duro y cuenca angosta. Solicitan gente quillaguena en ese trabajo.
	Contaminación del agua por la actividad minera.	

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3.4 Matriz de Resultados de Participación Ciudadana Zona 4

Comunidad	Diagnóstico	Propuestas
San Pedro	Falta de agua. La escasez se debe por las pocas horas asignadas con las que no se alcanza a regar todo el predio.	Declarar fuente agotada el agua de San Pedro. Apoyar gestión de aguas subterráneas. Mayor fiscalización.
	El agua contiene arsénico y plomo.	Entubamiento <i>bypass</i> para que no se contamine. Estudios de agua.
	Construcciones ilegales sobre los canales.	Mayor fiscalización.
	Contaminación de canales con basura, cierres perimetrales y muros impiden acceder a verificar estado de canales y limpieza.	Reparación de canales matrices, individuales y extraprediales.
	Problemas de infraestructura de canales.	
	Falta actualizar información de la organización, tierras, salinidad en los suelos, superficie de riego.	
	Falta de maquinaria.	Maquinarias para la asociación.
	Falta capacitación en riego.	Capacitación en manejo de agua.
	Problemas con infraestructura. Tranque Guachar se rebalsa en invierno.	Estanques acumuladores. Un estanque por cada Ayllu.
Personas que no son agricultores, pero que sí tiene derechos de agua se oponen a la construcción de un tranque.	Realización del tranque estudiado.	
Soncor	Bajada de aguas lluvia ha socavado los terrenos de cultivos, destruido tranque de acumulación de agua, canales, estanques ubicados a lo largo de la quebrada. Lo anterior ha llevado a abandonar la agricultura a muchas familias, además, las soluciones se han realizado por parte de los asociados en forma precaria con poca ayuda de instituciones, por lo que actualmente cuentan con estanque principal pequeño y no recubierto, canales y estanque de acumulación en mal estado.	
	Problemas de infraestructura. Canales de regadío en malas condiciones, por lo antiguo de la construcción sumado a pérdida por causa de aluviones. En algunos predios se usa motobomba para la captación y en otros con precarios puentes de tubería.	
	Aluviones.	Construcción de estructuras que mitiguen los aluviones y no sigan destruyendo las mejoras en riego

Comunidad	Diagnóstico	Propuestas
	Falta de agua.	Captación de aguas quebrada arriba, pues señalan que a lo menos se dobla la cantidad de agua.
Río Grande	Avenida de las aguas (bocatomas), compuertas atornilladas en todas la comunidad y sus alrededores.	
	Falta infraestructura de riego (canales).	Construcción de canales en Río Grande y sus alrededores: San Juan, Turcapa y Yervas Buenas.
	Inundaciones.	Tuberías aéreas o por tierra para las quebradas.
		Contar con maquinaria para excavaciones para enfrentar la época de lluvias.
		Obras para desviar las quebradas.
	Falta de agua (4 o 5 meses sin poder regar).	Bombas para riego.
	Sentimiento de abandono por parte del Estado.	Que el gobierno nos respete como pueblos indígenas (como las aguas y las tierras).
Falta de obras públicas. Aislamiento en época de lluvias.	Puente colgante en quebradas para el tiempo de lluvias en los siguientes sectores: Santa Cruz, Gentilar, Pueblo, Piedregal, Paila, San Juan y Matancilla.	

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3.5 Matriz de Resultados de Participación Ciudadana Zona 5 y Zona 6

Comunidad	Diagnóstico	Propuestas
Taltal	Falta de agua.	Instalación de planta de tratamiento de aguas servidas.
		Estanques acumuladores.
		Instalación de matriz para poder obtener agua cruda.
		Red de agua con medidores.
		Pozos.
	Sin derechos de agua (Demora de los trámites en Bienes Nacionales).	Agilizar los trámites en Bienes Nacionales.
Antofagasta	Falta de acceso a tecnología.	Instalar riego tecnificado.
		Instalar sistema de detección de aguas subterráneas.
		Acopio fotovoltaico de agua.
		Regularización de sus títulos de dominio.
	Títulos de dominio no regularizados.	Regularización de sus títulos de dominio.
	Se abastecen de agua mediante camiones aljibe.	Estanques acumuladores.
	Falta de infraestructura.	Reparto de agua a cada predio mediante infraestructura.
	Falta de agua.	Planta desalinizadora.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4 Mapa de Actores

En todo proyecto que considera la participación ciudadana, los actores involucrados se relacionan entre sí y su posición frente al proyecto puede variar. En la Región de Antofagasta, el SEREMI de agricultura tomó un rol activo en el desarrollo del Plan, liderando la Comisión Regional de Riego y relacionándose directamente con los actores de la comunidad. El SEREMI de agricultura ha solicitado especial énfasis en la participación activa de las comunidades indígenas, por lo que el equipo del Plan de Riego ha asistido a reuniones de las ADI y también a mesas de trabajo entre los servicios y las comunidades, como, por ejemplo, la Mesa de Trabajo en Peine y la Mesa de Trabajo de Calama. La participación de estas mesas junto al SEREMI de Agricultura ha permitido obtener el respaldo político al Plan y ha facilitado el trabajo en el territorio.

El mapeo de actores y la identificación de sus roles permite identificar estrategias para fomentar su participación y para caracterizar a los actores dentro de los procesos económicos, políticos, socio-culturales y ambientales.

El mapa de actores se presenta en la siguiente matriz, donde se recogen las preferencias declaradas por los actores del territorio que se han involucrado en las actividades del Plan.

Tabla 3-9 Mapa de Actores

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Argumento Implícito	Influencia
1	SEREMI agricultura	Sector público interno	Respaldo político del Plan.	A favor	Total respaldo al proyecto.	Preocupación por la recepción de las comunidades indígenas y la creación de expectativas.	Alta
2	CNR Central	Sector público interno	Contraparte técnica. Entrega información y directrices para el desarrollo del trabajo.	A favor	La consultora debiera estar muy presente en el territorio.	La consultora fue la única que se presentó al concurso por la complejidad del trabajo con las comunidades.	Alta
3	CNR Regional	Sector público interno	Entrega información y apoya la realización del plan (respalda a la consultora en el territorio). Coordinación local.	A favor	Es relevante trabajar con las comunidades para que ellas acepten en plan.	El Plan creará nuevas oportunidades de desarrollo institucional para la CNR en la región.	Alta
4	Dirección General de Aguas, DGA	Sector público	Administración y gestión de RR.HH. Es un actor clave en la concesión de DD.AA.	A favor	A la institución le faltan recursos para fiscalización.	La DGA tiene que regirse de acuerdo con la ley. El Plan no puede ser muy creativo sino viable legalmente.	Alta
5	Dirección de Obras Hidráulicas, DOH	Sector público	Gestión y desarrollo de infraestructura relacionada con obras de riego.	A favor	La visión de la DOH es aumentar los proyectos de canalización, para mejorar la conducción de aguas extrapredial.	Necesidad de mejorar la percepción de la institución en las comunidades de regantes.	Alta
			Proveedor de información base para levantar el diagnóstico				
6	INDAP	Sector público interno	Gestor y administrador de programas de beneficio y fomento al desarrollo agroproductivo local.	A favor	INDAP desarrolla principalmente obras de canales.	Los concursos de la CNR requieren de muchos recursos.	Alta
			Proveedor de información base para levantar el diagnóstico.				
7	PRODESAL (INDAP)	Sector público interno	Fomento a las iniciativas agroproductivas locales.	A favor	Resaltan la necesidad de proyectos de riego.	Faltan aspectos legales, como la regularización de aguas y tierras para la postulación a proyectos.	Alta
			Proveedor de información base para levantar el diagnóstico.				
8	PDTI (INDAP)		Fomento a las iniciativas agroproductivas locales.	A favor	Se presenta la inquietud por la	Faltan aspectos legales, en regularización de aguas y	Alta

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Argumento Implícito	Influencia
		Sector público interno	Proveedor de información base para levantar el diagnóstico		concreción de proyectos.	tierras para postular a proyectos de riego, asimismo desean obras concretas.	
9	SAG	Sector público interno	Entrega información para el desarrollo del Plan	A favor	Es positivo que se lleve a cabo un proceso participativo.	El plan no impactará mucho la labor del SAG porque es fiscalizador solamente.	Alta
10	CONADI	Sector público	Coordinador y representante de las comunidades indígenas. Proveedor de información base para levantar el diagnóstico	A favor	Total, respaldo al proyecto. CONADI tiene concursos para obras de riego.	Los concursos de CNR exigen recursos que las comunidades no tienen.	Alta
11	CODESSER Rural	Sector público	Alianza con CNR para apoyar el financiamiento de proyectos de riego.	A favor	Apoya con Programa de Inversión en Riego de CORFO.	Total respaldo al proyecto.	Alta
12	SEREMIA Desarrollo Social	Sector público	Gestor y administrador de programas de fomento al desarrollo agroproductivo local. Proveedor de información base para levantar el diagnóstico	A favor	Total respaldo al proyecto	Total respaldo al proyecto.	Alta
14	Asociación de Agricultores de Calama ASAC	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación Plan	A favor	El agua es de mala calidad, se requiere iniciativas de saneamiento	Problemas internos en la organización pueden mermar la participación.	Alta
15	Comunidad Atacameña de Caspana	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación Plan	A favor	Entusiasmo por posibilidad de microcentrales hidroeléctricas.	Desean concretar electrificación en el sector.	Alta
16	Comunidad Atacameña de Conchi Viejo	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación Plan	A favor	Por definir	Por definir.	Alta
17	Comunidad Atacameña de Lasana	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación Plan	A favor	Es necesario hacer mayor inversión en riego.	Faltan recursos para postular a concursos.	Alta
18	Comunidad Atacameña de Ayquina Turi	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación Plan	A favor	Por definir	Por definir.	Alta

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Argumento Implícito	Influencia
19	Comunidad Atacameña de Cupo	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación Plan	A favor	Falta agua.	Faltan recursos para riego.	Alta
20	Comunidad Atacameña de Toconce	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Por definir	Por definir.	Alta
21	Comunidad Atacameña San Fco. de Chiu Chiu	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Es necesario mejorar las tomas de canales y las compuertas.	Desean más obras concretas, consideran que los estudios no llegan a concretar nada.	Alta
22	Comunidad Indígena del Pueblo de San Pedro	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	El agua está contaminada.	Se privilegia a las mineras. Hay presión de hoteles y turismo.	Alta
23	Comunidad Indígena Atacameña Taira	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Es necesario tener estanque para acumular agua.	El estanque es lo primero, si se parte con otras iniciativas no sirve.	Alta
24	Comunidad Indígena de La Banda	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Es necesario aumentar la cantidad de agua disponible.	Desconfianza de las instituciones públicas.	Alta
25	Comunidad Atacameña Agrícola y Cultural Camac Mayu Yalquincha	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Mala calidad del agua.	Falta infraestructura para riego.	Alta
26	Comunidad Atacameña de Machuca (San Pedro)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Se necesita infraestructura.	Desconfianza de las instituciones públicas.	Alta
27	Comunidad Atacameña de Rio Grande (San Pedro)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Preocupación por contaminación de mineras y uso de agua por los hoteles en San Pedro, que	Aumento del impacto de más proyectos de obras y de tecnificación.	Alta

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Argumento Implícito	Influencia
					pueden afectar la cuenca.		
28	Comunidad Atacameña de Quitor (San Pedro)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	El aumento del turismo impacta en la actividad agrícola.	Dudas por la no concreción de proyectos anteriores.	Alta
29	Comunidad Atacameña de Coyo (San Pedro)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Las mineras destruyen el ambiente.	Es necesario regular a las mineras y también el turismo que daña el ambiente.	Alta
30	Comunidad Atacameña de San Pedro de Atacama Conde Duque (San Pedro)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Presión por hoteles y empresas turísticas.	Incertidumbre por la concreción de proyectos.	Alta
31	Comunidad Atacameña de Solor (San Pedro)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	La infraestructura está dañada y es muy antigua.	Falta inversión.	Alta
32	Comunidad Atacameña de Socaire	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Problemas de calidad de agua. Recursos hídricos limitado para ampliar superficie agrícola.	Esperan soluciones desde hace mucho tiempo. Desarrollo y nuevas iniciativas.	Alta
33	Comunidad Atacameña de Camar (San Pedro)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Ampliar superficie de cultivo y organizarse para comenzar ventas de productos al por mayor.	Es necesario traer recursos a la comunidad.	Alta
34	Comunidad Atacameña de Talabre (San Pedro)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Necesidad de ampliar conducción de aguas.	Captar aguas de otras fuentes, para aumentar superficie regada.	Alta

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Argumento Implícito	Influencia
35	Comunidad Atacameña de Peine (San Pedro)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Mala calidad de agua con presencia de boro, arsénico, carbonatos, entre otros.	Preocupación por el saneamiento de terrenos para acceder a proyectos de riego.	Alta
36	Comunidad Atacameña de Toconao	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Necesaria la reparación del tranque. No existe coordinación entre instituciones para las necesidades de comunidad.	Generar proyectos y capacitar en procesos productivos. Transferencia Tecnológica y capacitación. Seguimiento y continuidad de los proyectos.	Alta
37	Comunidad Atacameña de Sequitor y Checar (San Pedro)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Falta de agua.	El Estado privilegia a las mineras.	Alta
39	Comunidad Atacameña de Larache (San Pedro)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	El principal problema es la contaminación de las aguas por la minería.	El problema es la falta de infraestructura en los Ayllu.	Alta
40	Comunidad Indígena Atacameña de Catarpe (San Pedro)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	El agua está muy contaminada.	Las mineras son responsables y ahora el turismo también contamina.	Alta
41	Comunidad Indígena del Ayllu de Cucuter (San Pedro)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Falta infraestructura y maquinaria.	Se debe partir por arreglar los canales intraprediales.	Alta
42	Comunidad Atacameña de Solor (San Pedro)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Es necesario acumular agua.	Los turistas dañan y ensucian, disminuyendo la superficie que se podría usar para la agricultura.	Alta

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Argumento Implícito	Influencia
43	Comunidad Atacameña de Yaye (San Pedro)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Falta infraestructura de riego.	El Estado privilegia a las mineras.	Alta
44	Comunidad Quechua de Ollagüe	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Se debe usar el agua para la agricultura y no para la minería.	Abandono por parte del Estado.	Alta
45	Comunidad Aymara de Quillagua (María Elena)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Falta infraestructura de riego.	Se deben contratar personas de Quillagua para las obras.	Alta
46	Asociación indígena Consejo de Pueblos Atacameños	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Se deben respetar las formas de riego ancestral.	Se pueden construir obras para mejorar la captación y conducción, pero sin perder la identidad de los agricultores.	Alta
47	Asociación indígena atacameña Licantatay	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	El problema es la contaminación de las aguas.	Faltan recursos para la agricultura.	Alta
48	Asociación de agricultores de Chunchuri poniente	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Falta fiscalización en la distribución del agua.	Faltan recursos para la agricultura.	Alta
49	ASACHI (Chiu Chiu)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Las empresas usan el agua del Tranque Conchi que era pensado para la agricultura.	Si no se exige a las empresas respetar la agricultura entonces no funcionará el Plan.	Alta
50	Asociación atacameña regantes y agricultores de S.P.A.	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Las mineras han contaminado el suelo y las aguas.	Las mineras debieran compensar por los daños causados y con esos recursos mejorar la infraestructura de riego.	Alta
51	Asociación atacameña regantes y agricultores de	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Hay que captar toda el agua para la agricultura, no para la minería.	El Estado debe fomentar la agricultura, con inversión y capacitación para los agricultores.	Alta

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Argumento Implícito	Influencia
	Zapar (Toconao-S.P.A.)						
52	Asociación atacameña regantes y agricultores de Toconao	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Problemas con los títulos de dominio.	Producción autosustentable, no perder el patrimonio ancestral.	Alta
53	Asociación atacameña regantes y agricultores de Celeste (Toconao)	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Infraestructura es antigua y está en mal estado.	Recuperar la agricultura, recuperar y ampliar superficie.	Alta
54	Asociación atacameña de regantes y agricultores de Soncor	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Hay aluviones y falta de agua.	Debieran desarrollarse programas de respuesta a emergencia, pero no fondos sujetos a concursos.	Alta
55	Asociación atacameña de regantes y agricultores de Aguas Blancas	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Hay que hacer estudios para mejorar calidad del agua.	Por definir.	Alta
56	Asociación atacameña regantes y agricultores de Río Vilama	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Estamos trabajando con la CNR.	Faltan recursos para postular a la Ley de Riego.	Alta
57	Asociación Gremial de pequeños productores de Taltal	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Problemas con derechos de agua. Falta acceso a tecnología.	El Plan es una oportunidad de desarrollo.	Alta
58	Asociación Gremial de Pequeños Quinteros	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Problemas con derechos de agua. Falta acceso a tecnología.	El Plan es una oportunidad de desarrollo.	Alta

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Argumento Implícito	Influencia
	Agropecuarios de Taltal						
59	Asociación gremial de pequeños agropecuarios El Pueblito	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Problemas con derechos de agua. Falta acceso a tecnología.	El Plan es una oportunidad de desarrollo.	Alta
60	Asociación Gremial de Agricultura Altos la Portada	Actor de la comunidad	Participa en la elaboración y validación del Plan	A favor	Es necesario una planta desalinizadora.	El Plan podrá presionar para regularizar los títulos de dominio.	Alta
61	ADI Atacama La Grande	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Es importante un proceso participativo.	El Plan debiera cuidar el recurso.	Alta
62	ADI Alto El Loa	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	El tema del agua es esencial.	El Plan es un compromiso que será monitoreado.	Alta
63	Universidad Católica del Norte	Actor de la comunidad	Entrega información para el desarrollo del plan	A favor	Desea hacer aportes técnicos.	Por definir.	Media
64	CEITZASA	Actor de la comunidad	Entrega información para el desarrollo del plan	A favor	Desea hacer aportes técnicos.	Por definir.	Media
65	Gobierno Regional	Sector Público Interno	Gestor y administrador de programas de beneficio y fomento al desarrollo local mediante APRs.	A favor	El Plan es una muy buena iniciativa de participación ciudadana.	Total respaldo al proyecto.	Alta
66	Comunidad Canal San Antonio de Lasana	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Consulta por el tranque de relaves.	A la espera de proyectos con Radomiro Tomic.	Alta
67	Comunidad Canal Buen Retiro de Lasana	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Consulta por el tranque de relaves	A la espera de proyectos con Radomiro Tomic.	Alta

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Argumento Implícito	Influencia
68	Comunidad Canal Quinchira de Lasana	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Consulta por el tranque de relaves	A la espera de proyectos con Radomiro Tomic.	Alta
69	Comunidad Canal Quilchiri de Lasana	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Consulta por el tranque de relaves	A la espera de proyectos con Radomiro Tomic.	Alta
70	Comunidad Canal Los Ramírez de Lasana	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Consulta por el tranque de relaves	A la espera de proyectos con Radomiro Tomic.	Alta
71	Comunidad Canal Los Perales de Lasana	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Consulta por el tranque de relaves	A la espera de proyectos con Radomiro Tomic.	Alta
72	Comunidad canal Pona de Lasana	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Consulta por el tranque de relaves	A la espera de proyectos con Radomiro Tomic.	Alta
73	Comunidad Canal La Banda de Lasana y Chiu Chiu	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Los canales matrices necesitan ser reparados.	Falta destinación de recursos.	Alta
74	Comunidad Canal La Banda Ramal Los Blancos de Chiu Chiu	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Contaminación de las aguas.	Las aguas las contamina la minería.	Alta
75	Comunidad Canal Grande de Lasana y Chiu Chiu	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Siempre falta agua en los canales.	La minería se lleva la poca agua que hay.	Alta
76	Comunidad Canal Grande Ramal N° 3 Piar de Chiu Chiu	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Contaminación del aire.	La minería es responsable de la contaminación del aire.	Alta
77	Comunidad Canal Grande-Ramal N° 4	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Los canales matrices necesitan ser reparados.	Falta destinación de recursos.	Alta

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Argumento Implícito	Influencia
	Pucará de Chiu Chiu						
78	Comunidad Canal Grande-Ramal N°6 San Andrés de Chiu Chiu	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Los canales necesitan ser reparados.	Se necesita un cambio general, desde las bocatomas.	Alta
79	Comunidad Canal Grande Ramal San Juan Chiu Chiu	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Falta infraestructura.	Faltan recursos.	Alta
80	Comunidad Canal Grande-Ramal El Triángulo de Chiu Chiu	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Contaminación de las aguas.	Las aguas las contamina la minería.	Alta
81	Comunidad Canal Grande Ramal Callejón de Chiu Chiu	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Se necesita una planta abatidora de arsénico.	Faltan recursos.	Alta
82	Comunidad Canal El Pueblo de Chiu Chiu	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Las empresas aprovechan el agua del tranque Conchi y después falta agua.	Hay que administrar el tranque Conchi para que el agua se use en agricultura.	Alta
83	Comunidad Canal El Pueblo-Ramal Cochala de Chiu Chiu	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	El Tranque Talabre afecta las aguas.	Faltan recursos.	Alta
84	Comunidad Canal El Pueblo-Ramal El Pongo de Chiu Chiu	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Contaminación del agua y del aire.	La autoridad debe exigir a las empresas que no contaminen.	Alta

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Argumento Implícito	Influencia
85	Comunidad Canal El Pueblo-Ramal El Calvario Chiu Chiu	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	El embalse Conchi no es fiscalizado por la autoridad.	Falta atención de las autoridades para controlar el uso del agua.	Alta
86	Comunidad Canal El Pueblo-Ramal La Parroquia de Chiu Chiu	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	La actividad agrícola se podría modernizar.	Falta capacitación de los agricultores, sin la que no nos podemos modernizar.	Alta
87	Comunidad Canal El Pueblo-Ramal San Ramón Chiu Chiu	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	El canal necesita reparaciones.	Faltan recursos.	Alta
88	Comunidad Canal El Pueblo Ramal Santa Faustina de Chiu Chiu	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Las instituciones actúan de manera descoordinada.	Necesitan inversiones concretas.	Alta
89	Comunidad Canal Yalquincha	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Es necesario arreglar el tranque.	No tienen la atención de las autoridades.	Alta
90	Comunidad Canal Coco La Villa-Ramal Tambores	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Problemas con derechos de agua.	Sin derechos de agua no se puede hacer nada.	Alta
91	Comunidad Canal Coco La Villa-Ramal Berna de Calama	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Problemas de distribución de agua.	Problemas con celadores.	Alta
92	Comunidad Canal Coco La Villa de Calama	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Falta contacto con la DGA y la DOH.	La gestión de la DOH puede hacer que llegue más agua del río Loa.	Alta
93	Comunidad Canal Coco La Villa- Ramal Bilbao	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Canales con pérdidas y falta de recursos para arreglarlos.	Si los van a arreglar, que no sean contratistas desde Santiago, sino gente local.	Alta

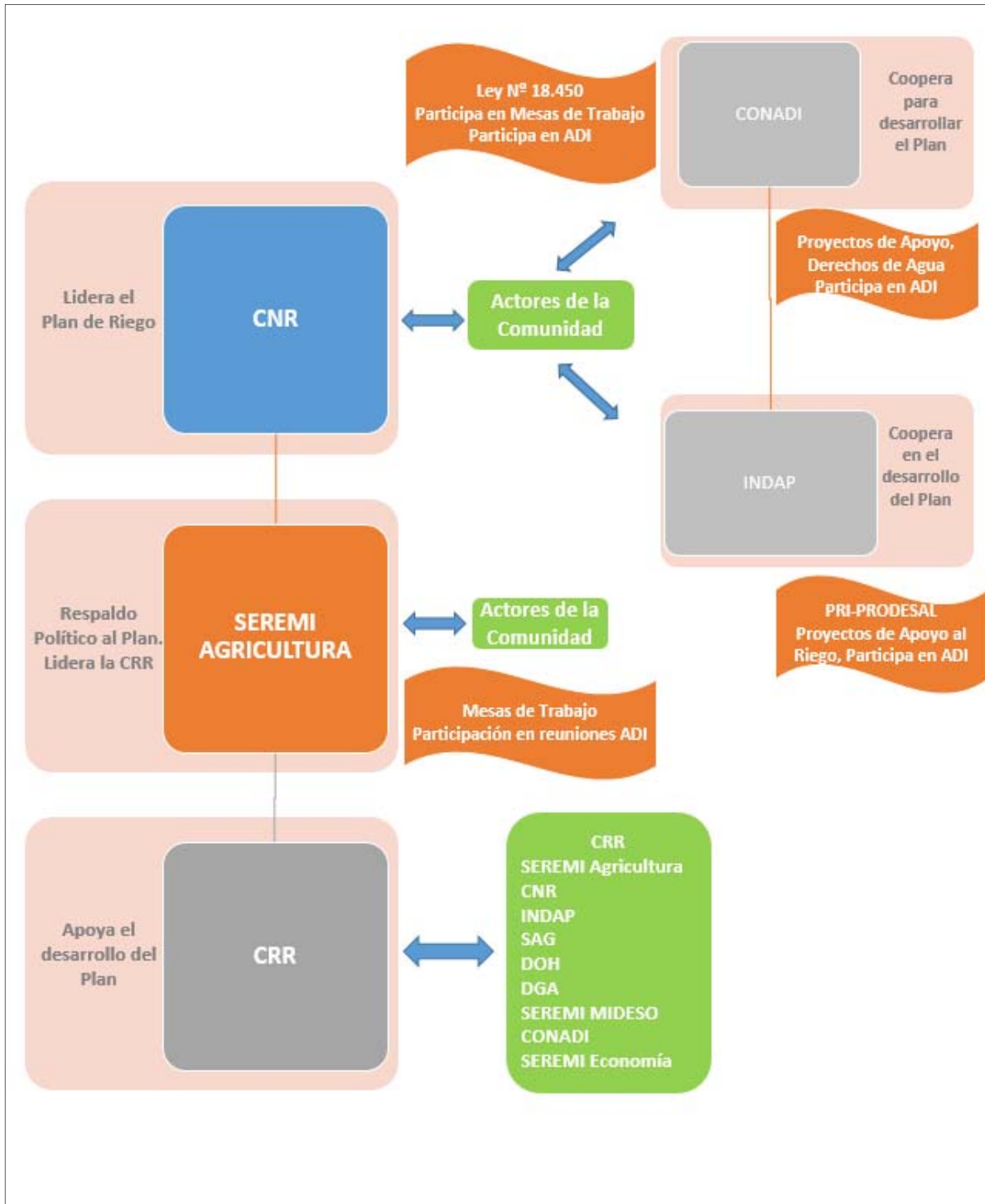
N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Argumento Implícito	Influencia
94	Comunidad Canal Coco La Villa -Ramal Quinta El Bosque	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Contaminación del canal, por falta de cuidado y conciencia.	Facilitar el acceso a los fondos para arreglarlo.	Alta
95	Comunidad Canal Coco La Villa -Ramal Radic	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Problemas de distribución de agua.	Agricultores que vendieron derechos siguen regando.	Alta
96	Comunidad Canal Chañar de Calama	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Hay que revestir el canal.	Falta asignación de recursos para el canal.	Alta
97	Comunidad Canal Tronco	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Mejorar la calidad del agua.	Falta una mejor infraestructura.	Alta
98	Comunidad Canal Topater	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Estudios de derechos y títulos de dominio.	Faltan recursos.	Alta
99	Comunidad Canal Lay- Lay Ramal Carvajal	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Robos de agua. Camiones sacan agua del río.	Falta de fiscalización.	Alta
100	Comunidad Canal Lay-Lay Ramal Chunchuri Alto	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Están interesados en el riego tecnificado.	El Plan es una oportunidad para que lleguen recursos.	Alta
101	Comunidad Canal Lay-Lay-Sector La Banda	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Estudio de cuenca del río Loa.	Es necesario controlar el uso del agua.	Alta
103	Comunidad Canal Chunchuri Bajo	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Hay que exigir a la autoridad que se respete la entrega de agua que corresponde.	Las mejoras dependen de la voluntad de los usuarios.	Alta
104	Comunidad Canal La Prensa	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Por definir	Por definir.	Alta

N°	Actor	Tipología	Rol	Posición	Argumento Explícito	Argumento Implícito	Influencia
105	Comunidad Canal Bocatoma Dupont	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Por definir	Por definir.	Alta
106	Comunidad Canal 1 Quillagua	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Falta de agua para la agricultura.	Desconfianza en las instituciones públicas.	Alta
107	Comunidad Canal 2 Quillagua	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Contaminación de las aguas.	Las empresas mineras deben hacerse responsables.	Alta
109	Municipalidad de San Pedro de Atacama	Servicio público	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	El Plan es una oportunidad de desarrollo para la comuna.	Total, respaldo al proyecto.	Alta
110	Consejero Nacional Indígena	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Queremos trabajar en el Plan.	Es necesario que el Plan respete las formas de riego ancestral y se cumplan todos los compromisos asumidos por las autoridades.	Alta
111	Gobierno Regional- UGR-PIRDT-GORE	Servicio público	Participa de la elaboración y validación del Plan a través del PIRDT	A favor	El principal problema es la escasez hídrica.	Tratar con las comunidades es muy difícil.	Alta
112	CORE	Servicio público	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Por definir	Por definir.	Alta
113	Comunidad de Rio Grande	Actor de la comunidad	Participa de la elaboración y validación del Plan	A favor	Es necesario mejorar la infraestructura de riego.	Las mineras se llevan el agua.	Alta

Fuente Elaboración propia.

El trabajo activo de CNR en el territorio ha permitido una relación estrecha con otras instituciones, como INDAP y CONADI, que facilita la colaboración entre instituciones y ha permitido desarrollar una labor muy cercana a las comunidades.

Figura 3-2 Relación entre actores responsables del Plan de Riego



Fuente: Elaboración propia.

3.5 Identificación y Definición del Problema

La problemática principal considerada en la elaboración del Plan de Gestión de Riego se fundamenta en la aridez de la región (determinada por la geografía y por el clima) y en la presión existente sobre los recursos hídricos.

Estudios anteriores indican que la disponibilidad de agua en la II Región es escasa para la cantidad de actividades extractivas que actualmente se desarrollan (agricultura, minería, industria, consumo humano, etc.). Además, se han encontrado niveles de salinidad y boro muy por encima de los máximos recomendados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Esto es particularmente destacable en las zonas de la cuenca del Loa y, en menor grado, en la zona de San Pedro de Atacama.

Por otra parte, la infraestructura de riego existente es escasa o se encuentra en condiciones mejorables en cuanto a la capacidad de almacenamiento (tranques y estanques) y en relación con la conducción y distribución del recurso (canales y acequias). Este último aspecto está muy relacionado con la amplitud de la frecuencia de riego existente (se habla de riegos espaciados de 20 a 30 días), lo que se traduce en eficiencias muy bajas, incremento del efecto negativo de la salinidad del agua y, por tanto, escasos rendimientos del cultivo.

Otro punto importante a considerar es el de la presión ejercida por las empresas mineras. La minería es el principal sector económico de la región, aportando más de un 65% al PIB Regional.

Los caudales de agua requeridos para abastecer las necesidades de la minería son grandes y siempre crecientes. Según el Consejo Minero, en la II Región de Antofagasta, se extrajeron 5,1 m³/s en 2012. Aunque la mayor parte proviene de aguas subterráneas (3,5 m³/s), no se debe olvidar que ambas fuentes están interrelacionadas y el impacto que las extracciones subterráneas sobre los cauces superficiales podría ser importante.

El hecho de que en Chile el uso del agua no está ligado a la propiedad de la tierra, haciendo posible la libre comercialización del recurso ha sido trascendental. De esta forma, en las últimas décadas se ha vendido una gran cantidad de títulos de agua a empresas privadas, ocupando el lugar que antes correspondía a la agricultura.

En la zona de Calama esta venta de agua, unida a la fuerte presión urbanística, ha hecho que la superficie agrícola se haya reducido drásticamente, desde las 1.400 ha aproximadamente de la década de los 60, hasta 780 ha en la actualidad. En Quillagua, la agricultura prácticamente ha desaparecido, debido a la contaminación del río Loa y a la disminución del caudal aguas arriba, causada por las empresas mineras.

Por último, se observa debilidad en gran parte de las OUAs, en cuanto a la gestión del recurso hídrico y sobre todo en la gestión y organización interna. La finalidad fundamental de estas OUAs es captar las aguas a las que tienen derecho desde el cauce natural, conducir las mediante los cauces artificiales que les son propios, distribuir las y entregarlas de acuerdo a los derechos de los integrantes. Sin embargo, la falta de equidad en los turnos de riego y el desconocimiento de los

módulos con los que se están regando, demuestran la poca efectividad de gran parte de las Organizaciones, incidiendo directamente en el bajo rendimiento de los cultivos.

Cada uno de estos problemas incide en mayor o menor grado en la dificultad de ampliar y mejorar el riego en la II Región de Antofagasta, por lo que será indispensable abordarlos para revertir la situación actual.

3.6 Descripción General de las Cuencas

El presente apartado tiene como objetivo entregar un contexto general de la región respecto de atributos generales como clima, suelo, precipitación y otros antecedentes relevantes junto a información de la población. A continuación, se describe la recopilación bibliográfica general que se ha realizado, a partir de la cual se describen los antecedentes relevantes a incorporar, para cada uno de los ítems seleccionados.

3.6.1 Cuencas en Estudio

La II Región de Antofagasta tiene una superficie de 126.444 km² y está compuesta por las provincias de Antofagasta, El Loa y Tocopilla, siendo Antofagasta la capital regional. Las cuencas principales de la región son la Cuenca del río Loa y la Cuenca del Salar de Atacama, las que contienen la mayor parte de los recursos hídricos regionales.

3.6.1.1 Cuenca Río Loa

La única cuenca exorreica que distribuye sus recursos hídricos desde la cordillera andina hasta el océano Pacífico es la del río Loa, que con una longitud 440 km atraviesa el desierto de Atacama. La hoya hidrográfica comprende una superficie de 33.570 km², pero es activa sólo en un 20% para la captación de recursos hídricos de precipitaciones en la cordillera.

Como se ve en la siguiente figura, el Loa nace en la falda norte del volcán Miño en Ojos del Miño, con un curso aproximadamente N-S, recorre casi 150 km en un profundo cañón de altura variable, desde su nacimiento hasta el oasis de Chiu Chiu. En Chiu Chiu, su curso dobla hacia el oeste, tras un recorrido de 115 km, alcanza la localidad de Chacance, donde se le afluye por su ribera derecha, el río San Salvador. En este punto, el Loa toma dirección al norte por 80 km, hasta que alcanza el oasis de Quillagua. A partir de aquí, el Loa describe un gran arco y luego desemboca en el Pacífico en caleta Huelén, después de traspasar el macizo costero en un tajo profundo de más de 500 m de altura. Los tributarios más importantes que aportan regularmente al Loa son los ríos Salado y San Salvador.

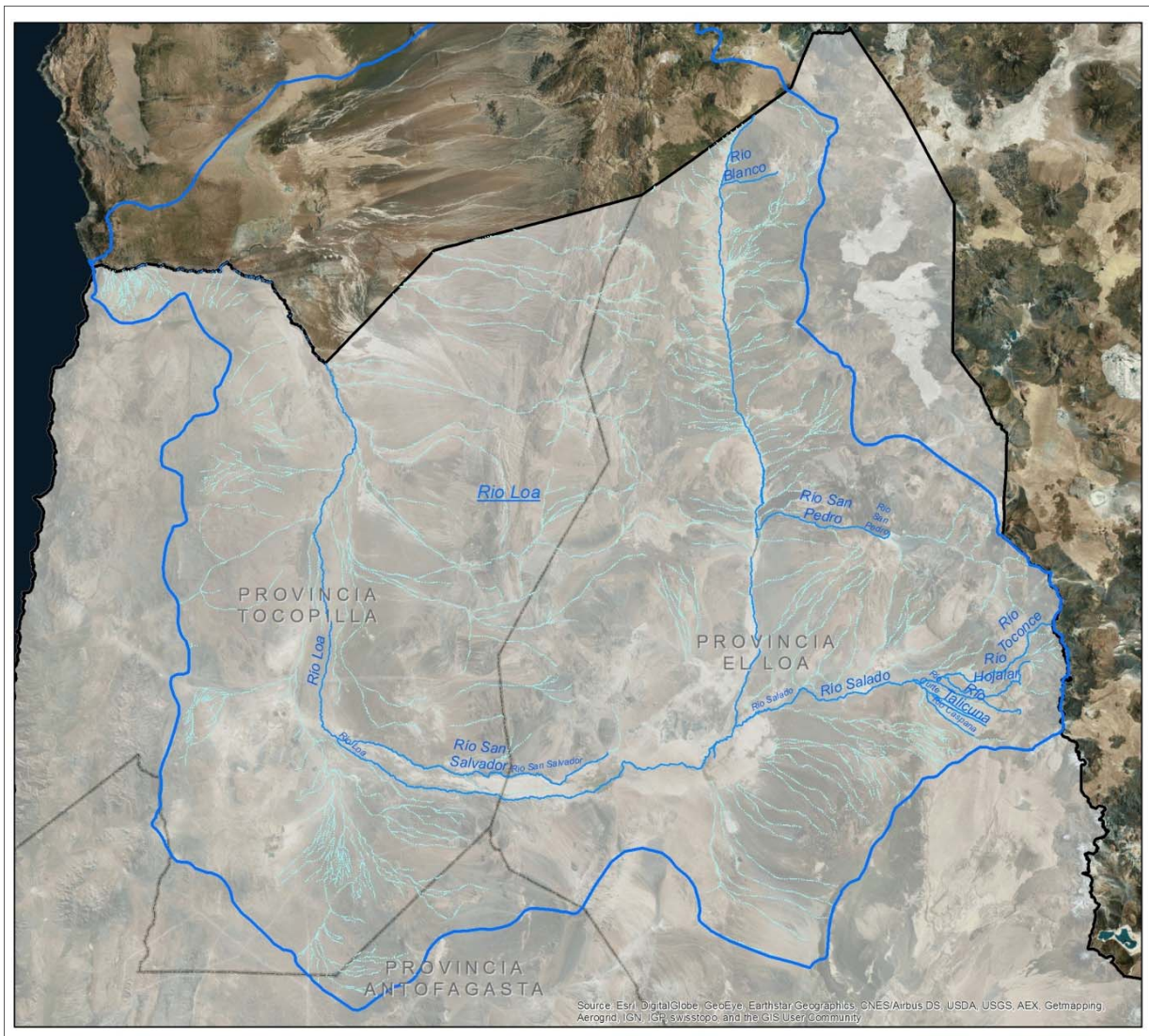
El río Salado tiene sus orígenes en más de 30 vertientes frías y termales surgentes, en una gran hoyada que se extiende a los pies de la cadena del volcán Tatio, a unos 4.200 m.s.n.m. Después de un breve recorrido S-N, toma dirección al O, labrando también un profundo cañón de 100 o más metros de altura en las tobas soldadas e ignimbritas riolíticas.

En su curso medio recibe, desde el norte, el río Toconce reunido con el Hojalar; más abajo recibe por su orilla izquierda al río Caspana. Desde su nacimiento en los géisers del Tatio hasta su

desembocadura en el río Loa, 3 km aguas abajo de Chiu Chiu, el Salado tiene un desarrollo de 80 km y su hoya hidrográfica comprende 2.210 km².

Otro afluente de importancia es el río San Salvador, en el curso medio del Loa. Nace de la reunión de varias quebradas secas con cabeceras, en las proximidades de salares de la pampa. Después de un desarrollo de aproximadamente 25 km, se reúne por su ribera izquierda la quebrada Opache, en cuya pared surgen dos vertientes, asociadas a una formación de calizas antiguas y muy compactas. El lugar se conoce con el nombre de Ojos de Opache y se considera el verdadero nacimiento del río. Su recorrido, hasta su junta al Loa en Chacance, es de 56 km y el caudal que aportan las vertientes de Opache es de alrededor de 600 l/s. Su cuenca cubre 619 km².

Figura 3-3 Cuenca hidrográfica río Loa



Fuente: DGA, 2015.

En el mes de enero del año 2000, a solicitud de la Comunidad Atacameña San Francisco de Chiu Chiu, se declaró el agotamiento del río Loa y sus afluentes para los efectos de la concesión de nuevos derechos consuntivos permanentes.

3.6.1.2 Cuenca Salar de Atacama

La cuenca del Salar de Atacama se ubica al centro oriente de la región y es la tercera en tamaño después de la del Loa y de la pampa del Tamarugal. Posee una superficie aproximada de 15.620 km², con su mayor longitud en sentido N-S de 210 km y un ancho máximo de 110 km.

Al norte del portezuelo del Cajón, la línea divisoria oriental de la cuenca coincide prácticamente con las cumbres de la frontera con Bolivia. En 50 km al sur sigue en toda su extensión en territorio chileno coincidente con una línea de volcanes antepuestos de la Alta Puna, que la separa de cuencas endorreicas menores del altiplano chileno.

Al poniente, la cordillera de Domeyko que, en su sector norte recibe el nombre de cordón Barros Arana, la separa de las cuencas arreicas occidentales y de la hoya del río Loa. La sierra Almeida constituye la divisoria con el salar de Punta Negra.

Figura 3-4 Cuenca hidrográfica Salar de Atacama



Fuente: DGA, 2015.

El fondo de la cuenca de Atacama está ocupado por el salar propiamente tal, en el cual subsisten algunas lagunas remanentes. La extensión húmeda alcanza aproximadamente a 1.500 km², lo que representa un 10% de la superficie total, con una altitud media de 2.400 m.s.n.m. Constituye la base de equilibrio de una profusa red de drenaje, cuyas principales vías de escurrimiento, desembocan en la cabecera norte del salar, a través de los ríos San Pedro y Vilama. El río San Pedro es el principal aporte superficial al Salar de Atacama, ya que existen importantes aportes subterráneos por todo el límite oriental, un gran número de pequeños aportes generados en vertientes que caen desde el oriente y también por el extremo sur.

El río San Pedro (o Atacama, como se llamaba antiguamente) aparece de la confluencia de los ríos Grande, que viene del noreste, y del Salado que proviene del NE. Esta junta se produce a unos 12 km aguas arriba del pueblo de San Pedro de Atacama. A su vez, el río Grande proviene de la reunión en la cordillera de los ríos Jauna y Putana. El río San Pedro es el principal aporte superficial al salar y el que sustenta la mayor área regada alrededor del pueblo principal.

El segundo río en importancia es el Vilama que tiene un cauce paralelo al río San Pedro y desemboca unos 5 km al oriente de la desembocadura del mismo. Se origina en Guatín, a unos 22 km al norte del pueblo de San Pedro de Atacama, de la confluencia de los ríos Purifica y Puritama, a 3.370 m de elevación.

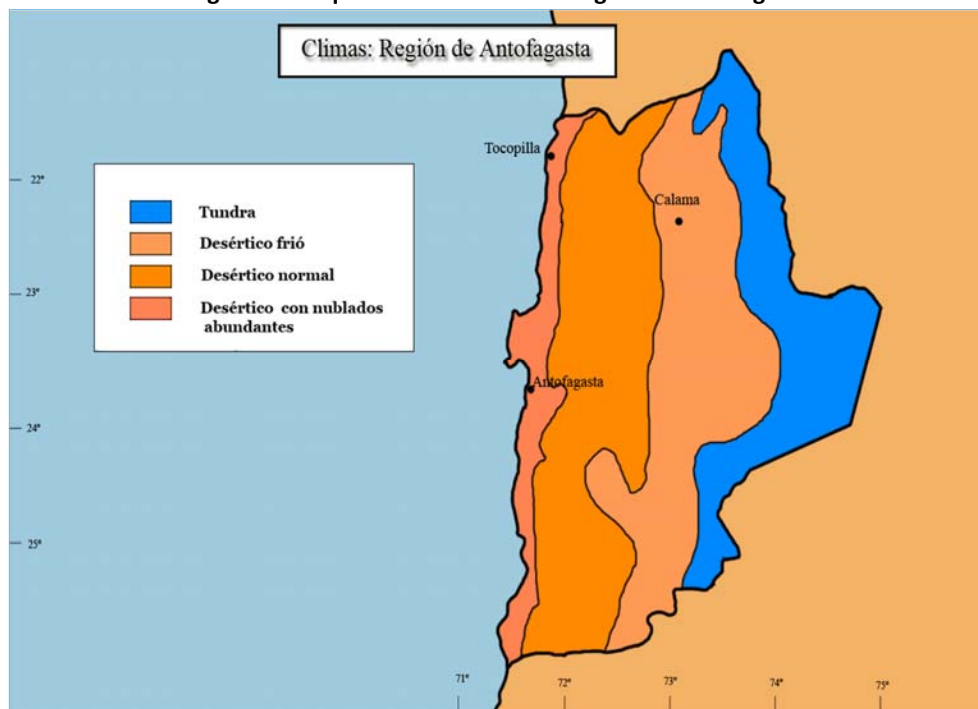
Los afluentes generados en vertientes que descienden por el flanco oriental del salar, constituido por un plano inclinado de pendiente fuerte, generan pequeños escurrimientos como las quebradas Jere, Talabre, Camar y Peine, que dan vida a algunos oasis, entre ellos los de Toconao, de Socaire y Peine. En el extremo sur del salar, la quebrada de Tarajne y Tulán, logran mantener el pequeño oasis de Tilomonte.

3.6.2 Características Climáticas de la Región

El clima de la región, representado en la figura siguiente, está definido por la falta de precipitaciones. Según los registros meteorológicos, en el centro del territorio regional (Desierto de Atacama) no llueve; esta área constituye no sólo el sector más árido a nivel nacional, sino que también es el área más seca del planeta. Sin embargo, en el sector litoral se originan unas densas neblinas, también llamadas camanchacas, que proporcionan el agua suficiente como para permitir la vegetación, gracias al uso de atrapanieblas.

Al examinar el comportamiento climático hacia el interior, se observa que existen variaciones de este clima árido, que se presentan como franjas ordenadas de norte a sur; desierto de altura, estepa de altura y finalmente en el altiplano, tundra de altura.

Figura 3-5 Esquema climático de la Región de Antofagasta



Fuente: Dirección Meteorológica de Chile.

3.6.2.1 Tundra

En el sector cordillerano altiplánico, se desarrolla un clima de condiciones propicias para la existencia de nieves eternas. La caída de agua es más abundante, aunque no supera los 100 mm anuales, produciéndose muchas veces precipitaciones nivales. Las condiciones climáticas reinantes en esta área originan el desarrollo de procesos periglaciales. Encontramos en esta franja climática las poblaciones de Socaire y Talabre (Zona 1).

3.6.2.2 Desértico Frío

En esta zona se registra un gradiente que hace que las temperaturas disminuyan con regularidad. La precordillera se constituye en el límite de la influencia amazónica, registrándose en esta unidad las primeras evidencias de precipitaciones estivales. Por encima de los 3.000 m.s.n.m, debido al descenso de la temperatura media anual, se genera un clima frío que conlleva a heladas durante casi todo el año. La variación de la temperatura va aparejada con el aumento de las precipitaciones, que crecen a medida que se gana en altura; sin embargo, éstas son insuficientes como para cambiar las condiciones desérticas.

Encontramos en esta franja climática la mayor parte de la superficie de estudio, Lasana y Chiu Chiu (Zona 2), San Pedro, Coyo y Solcor (Zona 4) y Peine y Toconao (Zona 1).

3.6.2.3 Desértico Normal

La siguiente zona climática presenta una fuerte oscilación térmica diaria y una carencia casi total de precipitaciones. La alta limpidez atmosférica permite el control radiactivo de altas temperaturas durante el día y muy bajas durante la noche, por la liberación de la energía acumulada por el suelo. Las precipitaciones ocurren como episodios de lluvias torrenciales, sin ninguna regularidad.

Encontramos en esta franja climática una parte de la Zona 3 del presente estudio, en concreto la zona de Quillagua.

3.6.2.4 Desértico con Nublados Abundantes

En la franja litoral de la región, predomina un clima desértico con nublados abundantes, donde se hace sentir una fuerte influencia del anticiclón del Pacífico, debido al predominio de los vientos del oeste. Esto genera una gran estabilidad atmosférica, que por subsidencia inhibe las precipitaciones, no superando, como promedio, los 3 mm anuales en el segmento septentrional, hasta más al sur de Tocopilla. El nivel de las precipitaciones se incrementa a la altura de Punta Posallaves (25° Sur), al sur de cuyo lugar alcanza casi a los 10 mm anuales, aumentando levemente hacia el sector meridional de la región, generando matices climáticos distintos. La presencia del mar determina una moderada amplitud térmica anual y una alta humedad relativa. En esta franja climática se encuentran las Zonas 5 y 6 del presente estudio.

3.6.2.5 Invierno Altiplánico

Este fenómeno climatológico, denominado invierno andino, tiene lugar en las épocas de mayor pluviosidad en la cordillera de los Andes. Se da en su mayoría entre los meses de diciembre y marzo, meses correspondientes al verano austral.

Las precipitaciones de esta estación se originan como lluvias orográficas causadas por masas de aire provenientes de la región del Amazonas, durante la estación lluviosa. Las nubes al encontrarse con la barrera física, en un movimiento ascendente se enfrían y descargan en forma de lluvia. Éstas se caracterizan por tener una alta intensidad.

Las lluvias registradas en la Región de Antofagasta el 6 de febrero del año 2015 registraron aproximadamente 30 mm, de los que 26 mm precipitaron en 1 hora, causando considerables daños en la provincia del Loa como anegamientos, damnificaciones, contaminación de aguas y destrucción de rutas y sectores rurales.

3.6.3 Parámetros Agroclimáticos

Los principales factores ambientales que intervienen en el desarrollo de los cultivos en la Región son la humedad relativa, la radiación solar, heladas y las horas de frío. Estos factores han sido estudiados a partir de la información disponible de la DGA y a partir de la base de información

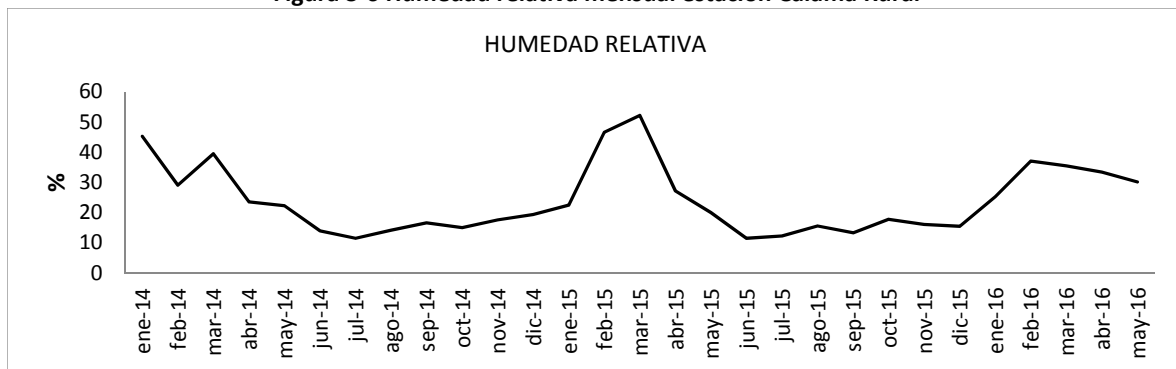
agrometeorológica del MINAGRI¹. La descripción de los parámetros para la Región de Antofagasta se presenta a continuación.

3.6.3.1 Humedad Relativa

La humedad relativa es la medición más usual que se utiliza en el sector agrícola y se refiere a la relación que existe entre la cantidad de agua (en forma de vapor) existente en el aire y la máxima cantidad de agua que podría contener a una temperatura dada. Afecta directamente el consumo de agua de las plantas y por ende las necesidades de riego. De esta manera, si el aire está seco con baja humedad relativa, las necesidades son mayores, aumentando la evapotranspiración, por el contrario, si la humedad es alta, las necesidades de riego serán más pequeñas. A pesar de las condiciones de extrema aridez que presenta el norte del país, la humedad en la Región de Antofagasta es variable.

Sobre las zonas de estudio se ha observado un aumento de la humedad relativa entre los meses de noviembre y marzo, previamente y durante el invierno altiplánico, superando el 40%. La humedad relativa es más baja entre los meses de junio a agosto, periodo de invierno continental. A continuación, se presenta la humedad relativa mensual de las estaciones mencionadas, desde enero de 2014 hasta mayo de 2016:

Figura 3-6 Humedad relativa mensual estación Calama Rural



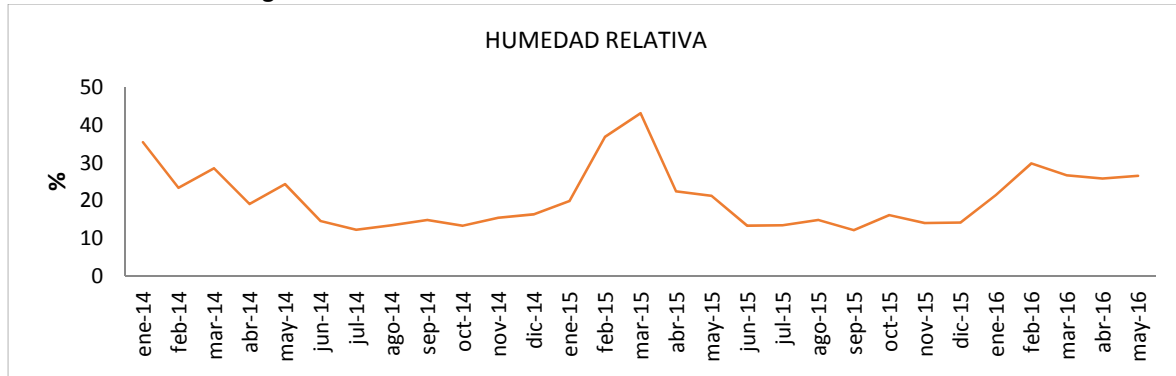
Fuente: DGA, 2016.

Estación Calama Rural

Ubicación: Sector rural de Cerro Negro, comuna de Calama
 Coordenadas: Latitud 22°28'15.711" / Longitud 68°56'34.716"
 Altitud: 2.248 m.s.n.m.
 Zona Climática: Desértico frío (BWk)
 Zona de Estudio: Zona 3
 Promedio: 24,14%

¹ Disponible en www.agromet.cl

Figura 3-7 Humedad relativa mensual estación San Pedro de Atacama



Fuente: DGA, 2016.

Estación San Pedro de Atacama

Ubicación: Comuna de San Pedro de Atacama

Coordenadas: Latitud 22°55'55.92" / Longitud 68°12'48.4986"

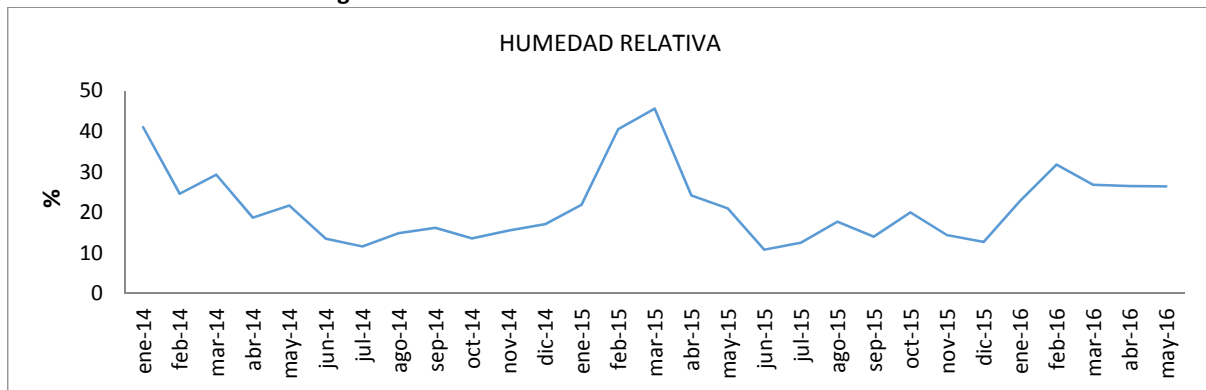
Altitud: 2.441 m.s.n.m.

Zona Climática: Desértico frío (BWk)

Zona de estudio: Zona 4

Promedio: 20,84%

Figura 3-8 Humedad relativa mensual estación Socaire



Fuente: DGA, 2016.

Estación Socaire

Ubicación: Localidad de Socaire, comuna de San Pedro de Atacama

Coordenadas: Latitud 23°35'26.109" / Longitud 67°53'24.2298"

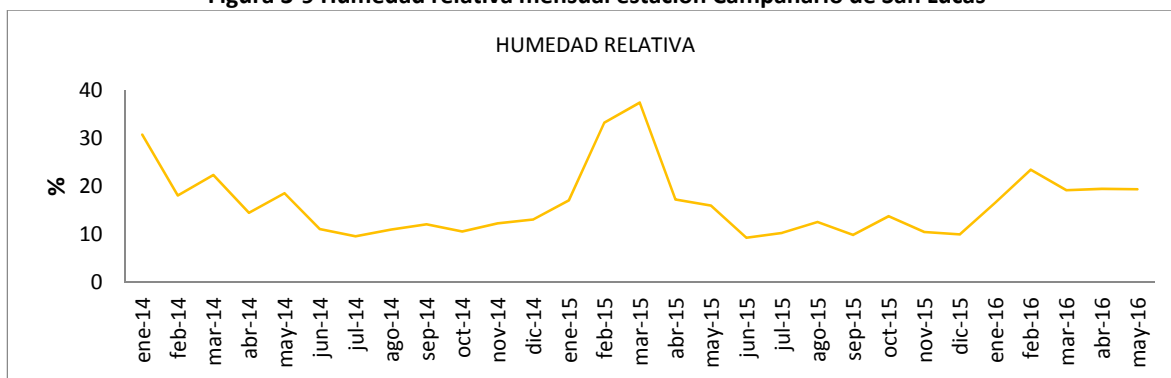
Altitud: 3.270 m.s.n.m.

Zona Climática: Desértico frío (BWk)

Zona de estudio: Zona 1

Promedio: 21,63%

Figura 3-9 Humedad relativa mensual estación Campanario de San Lucas



Fuente: DGA, 2016.

Estación Campanario de San Lucas (Toconao)

Ubicación de la estación: Ciudad de Toconao, comuna de San Pedro de Atacama

Coordenadas: Latitud 23°11'25.8" / Longitud 68°0'25.8084"

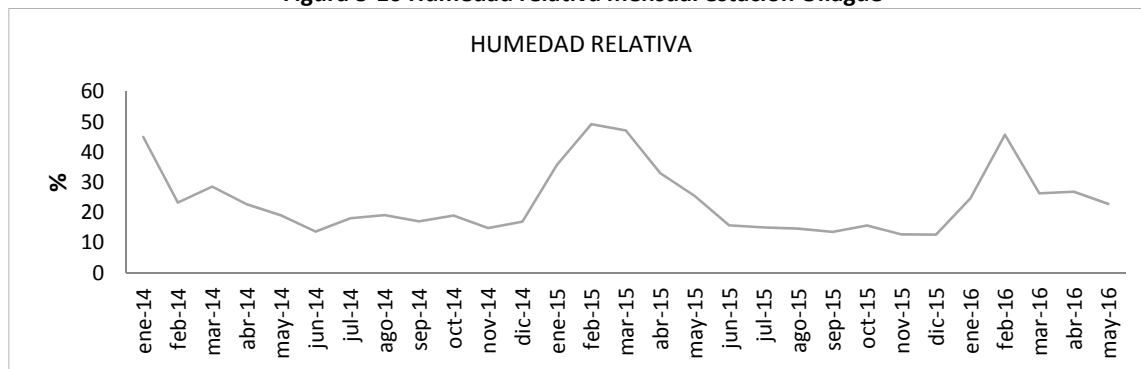
Altitud: 3.118 m.s.n.m.

Zona Climática: Desértico frío (BWk)

Zona de estudio: Zona 1

Promedio: 16,55%

Figura 3-10 Humedad relativa mensual estación Ollagüe



Fuente: DGA, 2016.

Estación Ollagüe

Ubicación de la estación: Localidad de Ollagüe

Coordenadas: Latitud 21°13'26.1726" / Longitud 68°15'20.0196"

Altitud: 3.706 m.s.n.m.

Zona climática: Desértico marginal de altura (BWh)

Zona de estudio: Zona 2

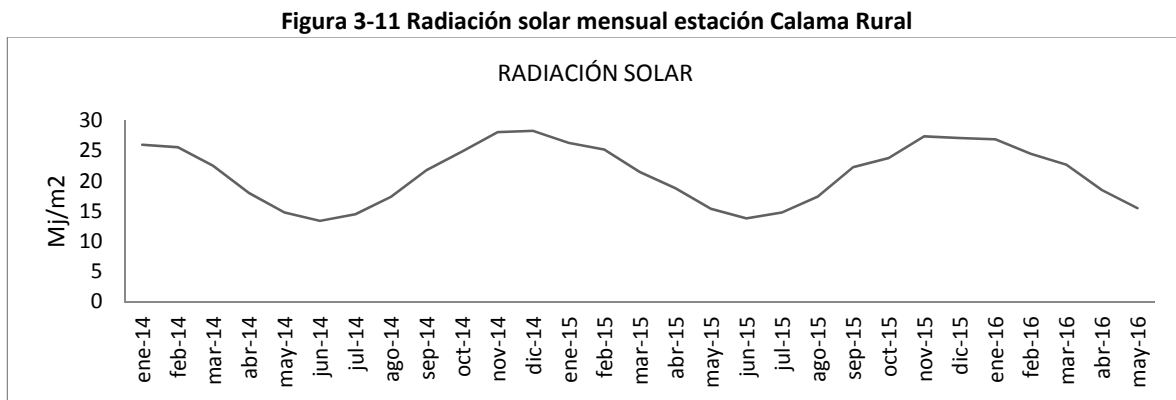
Promedio: 24%

3.6.3.2 Radiación Solar

La radiación solar controla y proporciona la energía necesaria para el desarrollo del proceso de fotosíntesis, además del adecuado crecimiento de los cultivos y calidad de los frutos. Los cultivos se adaptan a las condiciones de radiación solar durante su desarrollo, siendo aquellos que se desarrollan con alta luminosidad más vigorosos, con mayor fertilidad y hojas de varias capas, en comparación con las plantas adaptadas a bajos niveles de luz.

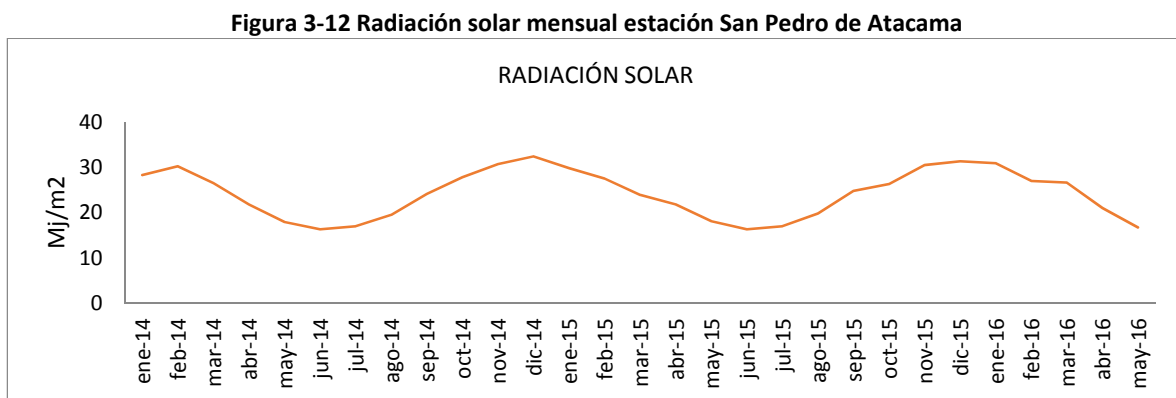
En la región la radiación solar es alta, principalmente en las zonas altiplánicas, donde junto con presentar los aires más limpios y temperaturas bajas, la calidad del cultivo es superior en cuanto a su aspecto y coloración. Sin embargo, en algunos casos, la alta radiación solar junto con temperaturas elevadas y la escasez hídrica produce estrés sobre algunos cultivos que absorben más energía de la que pueden utilizar, aumentando la fotorrespiración y afectando a su productividad. En toda la región, la radiación solar es más alta en los periodos de primavera y verano con un máximo previo al invierno boliviano. A continuación, se presentan el promedio mensual de radiación solar en las zonas de estudio, desde enero del 2014 hasta mayo del 2016:

Estación Calama Rural: Promedio: 21,28 Mj/m²



Fuente: AGROMET, 2016.

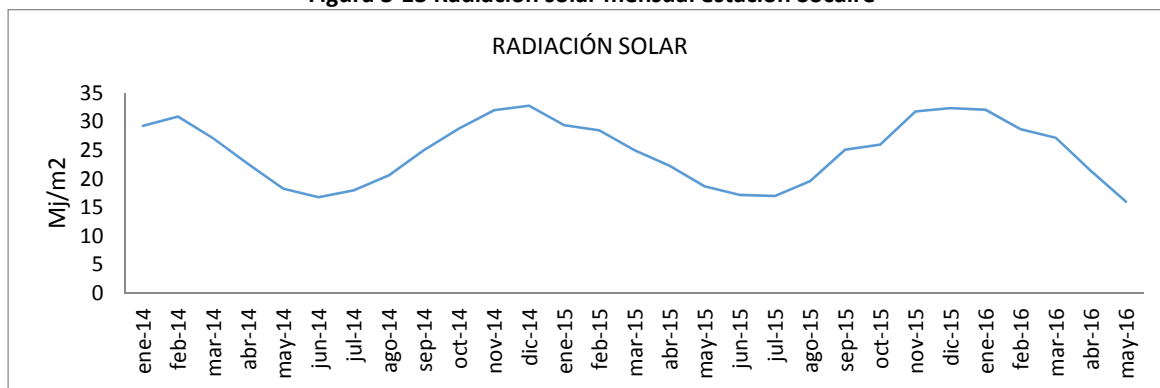
Estación San Pedro de Atacama: Promedio: 24,2 Mj/m²



Fuente: AGROMET, 2016.

Estación Socaire Promedio: 24,85 Mj/m²

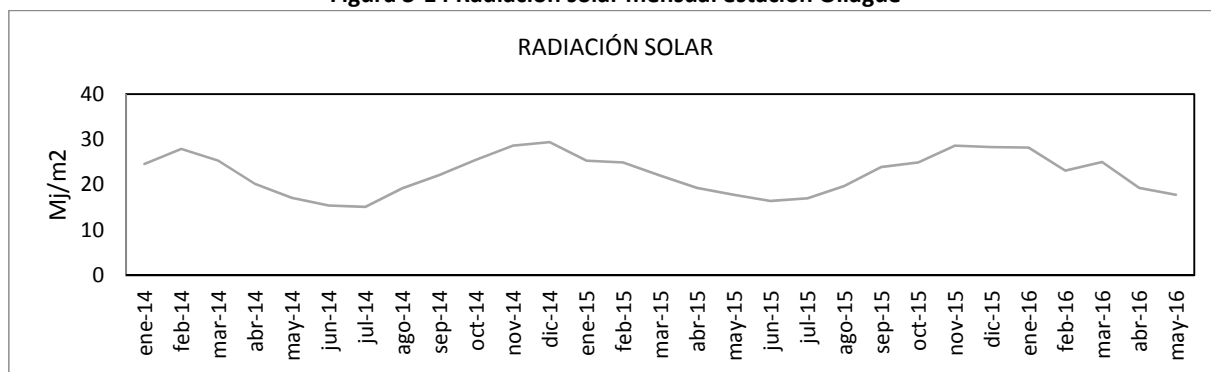
Figura 3-13 Radiación solar mensual estación Socaire



Fuente: AGROMET, 2016.

Estación Ollaqüe: Promedio: 22,48 Mj/m²

Figura 3-14 Radiación solar mensual estación Ollaqüe



Fuente: AGROMET, 2016.

3.6.3.3 Heladas

La helada es uno de los fenómenos agrometeorológicos más dañinos para la agricultura. Se produce cuando la temperatura del aire desciende a temperaturas que provocan la congelación del agua presente en los cultivos, pudiendo causar la muerte de las plantaciones. El umbral de descenso es variable, por lo que se utiliza 0 °C, que corresponde al punto crioscópico del agua pura (CNR, 2000).

En la región este fenómeno ocurre principalmente en el sector altiplánico (Zonas 1,2 y 4). En la Zona 1, las estaciones meteorológicas de Toconao y Socaire muestran realidades distintas. La primera presenta entre enero de 2014 y mayo de 2016 un total de 9 días de presencia de heladas, principalmente a fines del otoño e inicio del invierno, mientras que la estación de Socaire, presenta en el mismo periodo un total de 44 días de heladas.

Tabla 3-10 Ocurrencia de heladas

MESES	Estación Calama Rural	Estación San Pedro de Atacama	Estación Socaire	Estación Campanario de San Lucas	Estación Ollagüe
ene-14	-	-	-	-	5
feb-14	-	-	-	-	22
mar-14	-	-	-	-	30
abr-14	-	-	-	-	27
may-14	2	12	6	2	31
jun-14	5	20	11	2	29
jul-14	10	21	10	3	18
ago-14	-	4	-	-	30
sep-14	-	1	-	-	29
oct-14	-	-	-	-	23
nov-14	-	-	-	-	25
dic-14	-	-	-	-	13
ene-15	-	-	-	-	11
feb-15	-	-	-	-	5
mar-15	-	-	-	-	9
abr-15	-	-	-	-	27
may-15	-	4	-	-	30
jun-15	-	22	2	-	30
jul-15	5	23	9	1	31
ago-15	1	12	5	1	31
sep-15	-	2	1	-	27
oct-15	-	1	-	-	26
nov-15	-	-	-	-	20
dic-15	-	-	-	-	19
ene-16	-	-	-	-	12
feb-16	-	-	-	-	4
mar-16	-	-	-	-	20
abr-16	-	-	-	-	23
may-16	-	-	-	-	11

Fuente: Agromet, 2016.

En la Zona 2, la estación meteorológica de Ollagüe, muestra que es el sector donde más días de helada existen durante el período de año y medio, con un total de 618 días bajo este fenómeno. Los meses donde aumenta la frecuencia es en el año 2014 en periodo de otoño, entre marzo y junio, superando en promedio los 25 días al mes, y en el año 2015 en periodo de otoño e invierno, superando el mismo número de días, ambos periodos coinciden con las bajas temperaturas superficiales mínimas presentes en la zona (en el año 2014 fue en el mes de junio con $-13,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, y en 2015 fue en el mes de Julio con $-7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$).

En la Zona 4, la estación de San Pedro de Atacama muestra un total de 122 días de heladas, entre los meses de enero de 2014 hasta diciembre del 2015, con una frecuencia de ocurrencia en el año 2014 de mayo a agosto, de entre 4 a 21 días por mes, y en el año 2015 de mayo a octubre, entre

1 a 23 días por mes. Ambas coinciden con los periodos de temperaturas superficiales mínimas más bajas del año (julio del 2014 con -6,8°C y julio del 2015 -10,3 °C).

Finalmente, en la Zona 3, la estación Calama Rural muestra que los sectores aledaños presentan este fenómeno con un total de 23 días y con ocurrencia en periodos de otoño e invierno. Este periodo coincide con las temperaturas superficiales mínimas más bajas del año (año 2014 el mes de junio con -5°C y año 2015 en el mes de julio con -3,1 °C).

3.6.3.4 Período Libre de Heladas

El periodo libre de heladas (PHL) es un indicador que informa del número de días consecutivos sin heladas que existen en el año (CNR, 2000). Se extiende desde la última helada del año, hasta la primera helada del año siguiente. En el cuadro siguiente se representan los PHL que existieron en los sectores de interés de riego en la región. Corresponde a una estimación realizada por CNR, a partir de las temperaturas mínimas medias mensuales, por lo que el periodo calculado corresponde a una aproximación.

Tabla 3-11 Período libre de heladas (días)

Estación	Enero	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PLH
Antofagasta													365
Calama													212
Toconao													273

Fuente: CNR, 2000.

Para realizar la estimación, es necesario conocer el día en que se produce la primera helada, que corresponde al momento en que existe un 50% de probabilidad que ocurra una helada después de esa fecha y el día de la última helada, que es cuando termina de helar, medido como el momento en que existe un 50% de probabilidad de ocurrencia de helada después de esa fecha.

Según los resultados del análisis, en Calama es donde ocurriría la primera helada en la región, durante el mes de mayo. En tanto la última habría caído durante el mes de septiembre. Para Toconao, las cifras indicarían la ocurrencia de la primera helada en el mes de junio y la última en el mes de agosto.

3.6.3.5 Horas de Frío

Las horas frío es la cantidad de horas que pasa la especie vegetal a temperaturas inferiores a una cierta cantidad de grados, generalmente 7°C. Así cada hora que pasa con una temperatura menor a los 7°C se cataloga como hora fría. Las horas de frío tienen una directa relación con las heladas. A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos:

- En la zona 1, las estaciones de Toconao y Socaire, muestran un periodo de ocurrencia de horas frío entre los mismos meses que los periodos de heladas (mayo a julio).
- En la zona 2, la estación Ollagüe muestra una frecuencia de horas frío constante durante todo el año, con un aumento en el mes de marzo en todos los años (2014 al 2016).

- La zona 3, la estación Calama rural muestra un aumento considerable de las horas frío entre los meses de mayo y agosto, con un máximo de 300 horas en Julio del 2015, coincidiendo con los periodos de heladas y bajas temperaturas superficiales mínimas.
- Finalmente, en la zona 4, la estación meteorológica de San Pedro de Atacama muestra que la frecuencia de ocurrencia de horas frío es entre los meses de mayo y septiembre en el 2014, y de mayo a octubre en el 2015, meses idénticos a los periodos de heladas.

A continuación, se presenta de manera detallada las horas frío mensuales entre enero del 2014 y mayo del 2016:

Tabla 3-12 Cantidad de horas frío por mes

MESES	Estación Calama Rural	Estación San Pedro de Atacama	Estación Socaire	Estación Campanario de San Lucas	Estación Ollagüe
ene-14	1	1	9		177
feb-14	9	33	34		169
mar-14	32	60	140		189
abr-14	107	126	176		182
may-14	259	239	337	107	196
jun-14	275	223	325	143	178
jul-14	268	233	336	171	105
ago-14	212	181	275	31	186
sep-14	191	159	274	11	188
oct-14	44	63	93		190
nov-14	62	93	140		180
dic-14	22	41	79		195
ene-15	5	11	26		195
feb-15	5	5	14		183
mar-15	12	7	50		208
abr-15	33	70	98		189
may-15	187	207	307	32	193
jun-15	213	262	318	79	157
jul-15	300	221	364	155	165
ago-15	225	185	281	84	217
sep-15	161	140	248	19	183
oct-15	77	80	170	5	187
nov-15	78	98	147	6	170
dic-15	2	28	50		167
ene-16		5	11		174
feb-16		3	8		131
mar-16	2	13	28		203
abr-16	39	82	104	1	183
may-16	39	54	78	9	91

Fuente: Agromet, 2016.

3.6.4 Descripción General de las Precipitaciones

La caída de precipitaciones es indudablemente el factor climático determinante para definir las necesidades y técnicas de riego apropiadas para los cultivos. Son estas las que van a determinar los niveles de escorrentía y las que condicionarán la necesidad de disponer de obras de acumulación.

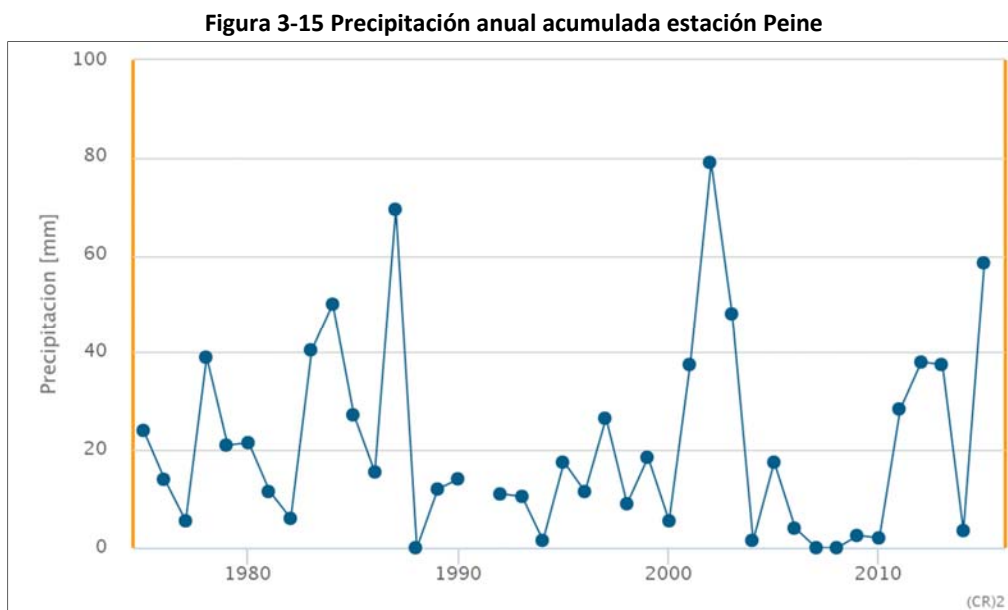
La Región de Antofagasta se caracteriza por presentar un clima extremadamente árido en los sectores de la cordillera de la costa y de la depresión intermedia, lo que se ve traducido en precipitaciones esporádicas y de baja magnitud. En la precordillera y sector andino las precipitaciones comienzan a aumentar conforme se avanza hacia el sector oriente. La caída de agua se encuentra influenciada por la altura y por el invierno altiplánico.

Los datos entre una y otra estación pueden ser variables debido a que las precipitaciones altiplánicas que se presentan en el periodo estival son de carácter sectorial, afectando áreas pequeñas, además de presentar amplias diferencias entre un año y otro. Dado que la Región de Antofagasta concentra sus recursos hídricos en las cuencas del Salar de Atacama y la del río Loa, en esta sección se han revisado estadísticas de estaciones meteorológicas localizadas dentro de estas cuencas.

3.6.4.1 Cuenca Salar de Atacama

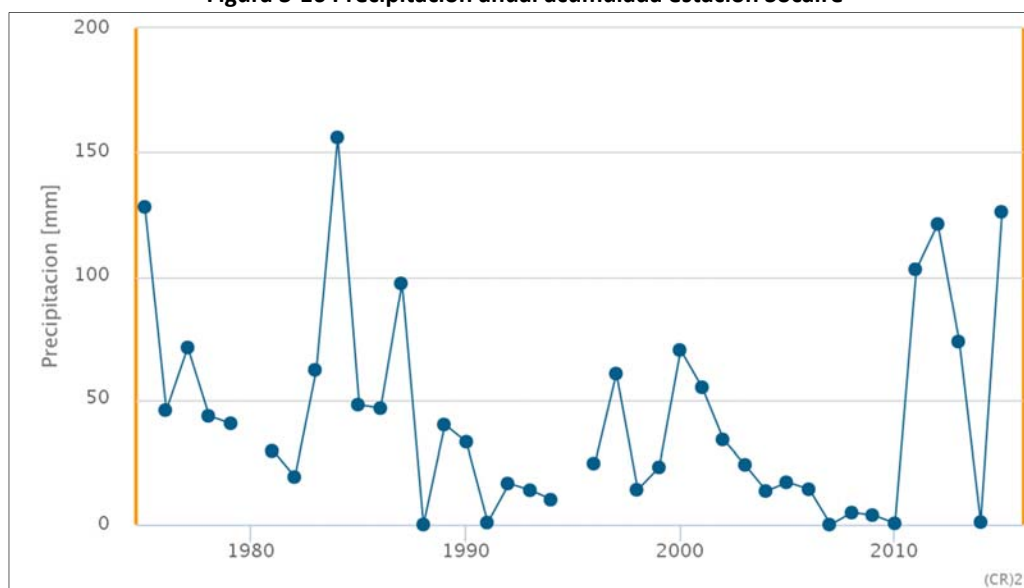
La cuenca del Salar de Atacama es uno de los dos sectores de la región donde se concentra la mayor cantidad de recursos hídricos, debido a la ocurrencia de las lluvias altiplánicas, que presentan aportes hídricos durante el periodo estival.

A continuación, se presentan series de datos para dos estaciones meteorológicas ubicadas dentro de la Cuenca Salar de Atacama: Estación Peine y Socaire con el registro histórico de precipitación anual acumulada.



Fuente: Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2016.

Figura 3-16 Precipitación anual acumulada estación Socaire



Fuente: Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2016.

De acuerdo a la información anterior, existen algunas diferencias en las precipitaciones de las estaciones evaluadas, a pesar de la proximidad y homogeneidad geográfica que las caracteriza. En la estación Peine el acumulado anual máximo registrado no supera los 80 mm, mientras que en Socaire a principios de los 80 se registró un acumulado de más de 150 mm. En ambas gráficas se observan años sin registro de precipitaciones.

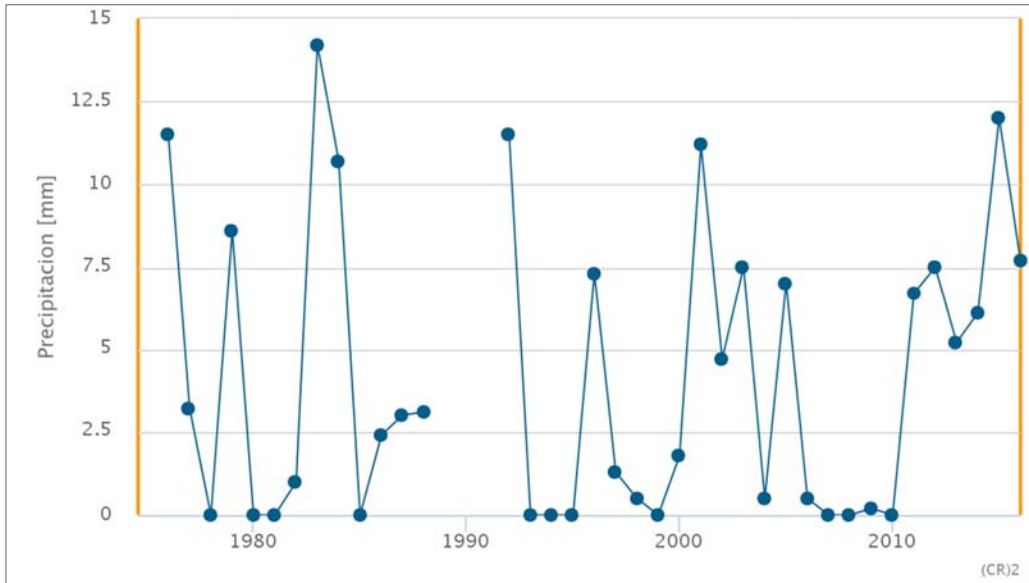
3.6.4.2 Cuenca del Río Loa

Como se ha visto con anterioridad, la Cuenca del río Loa es una de las cuencas que concentra la mayor cantidad de recursos hídricos dentro de la Región de Antofagasta. Se han escogido dos estaciones meteorológicas dentro de la cuenca en dos sectores: Calama y Ojos de San Pedro.

En las figuras siguientes se muestran las precipitaciones mensuales totales para los dos sectores de la cuenca. Se puede observar la marcada diferencia entre los regímenes de precipitación en dos sectores de la cuenca. La estación Calama ubicada en el sector medio de la Cuenca del río Loa, muestra la variabilidad anual de las precipitaciones, habiendo años y periodos de años en los que no se registran precipitaciones. El acumulado anual normal está entre los 7,5 mm y 12 mm, salvo excepciones en el inicio de 1980 y del 2000, superando los 150 mm de agua caída.

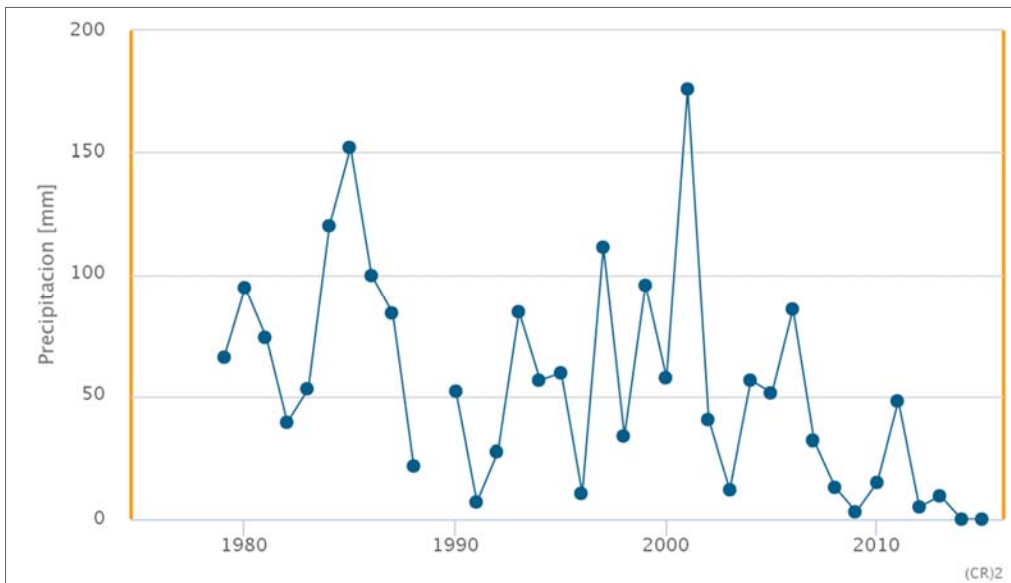
La estación Ojos de San Pedro, ubicada en el sector altiplánico de la cuenca, presenta precipitaciones más abundantes que la estación Calama, bordeando los 100 mm anuales totales. Los años sin registro de lluvias son menores, aunque igualmente ocurren, como el observado aproximadamente en 1990. La estación ha registrado dos años con un marcado aumento de lluvia, a mediados de los 80 y principios del 2000. En ambos se registraron más de 150 mm de agua caída.

Figura 3-17 Precipitación anual acumulada estación Calama río Loa Medio



Fuente: Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2016.

Figura 3-18 Precipitación anual acumulada estación río Loa Alto – Ojos San Pedro



Fuente: Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2016.

De acuerdo a lo observado las precipitaciones en la Región de Antofagasta, se ven influenciadas por su localización geográfica: el desierto de Atacama condiciona la caída de lluvias durante todo el año, sobre todo en el sector costero de la región, generando escasas o nulas precipitaciones.

Sin embargo, estas características desérticas se ven afectadas por el invierno estival, el cual aporta con precipitaciones cortas e intensas al sector altiplánico de la región. Las precipitaciones se concentran principalmente durante los meses de enero, febrero y marzo y con periodicidad no bien definida, ya que existen años en los que la precipitación se presenta con mucha intensidad y otros en los cuales su intensidad disminuye.

3.6.5 Descripción General de los Suelos

Los suelos de interés en la región se concentran en los territorios de la depresión intermedia, asociados a la cuenca del Loa y al área de San Pedro de Atacama. Ambos constituyen los sectores de riego en la región. Se cuenta además, con una pequeña franja costera en Antofagasta, la que también se describe a continuación.

La zona de la depresión intermedia está representada fundamentalmente por el Valle de Calama, cuyos suelos se han generado por depósitos aluviales, presentando una marcada estratificación. Los sedimentos más recientes corresponden a materiales arenosos, ubicados principalmente en las terrazas más modernas y más próximas al cauce del río.

El área de interés incluye las localidades de Likan Tatay, Verdes Campiñas, Cobija y Cerro Negro. Todas ellas presentan límites imprecisos, ubicados en área urbana y con clara presión por el crecimiento de las ciudades.

El drenaje de la zona está muy influenciado por la posición topográfica del valle, empeorando a medida que se baja en la cota topográfica desde Calama al poniente. Al mal drenaje también contribuyen las discontinuidades texturales abruptas y la presencia de estratos de limo mal estructuradas. Se presentan áreas con niveles freáticos muy superficiales, con vegetación de estoquillo y con acumulaciones de turba en el perfil (CNR, 2000).

La salinidad está presente en diferentes magnitudes, siendo función de dos factores: la posición topográfica de la cuenca y la calidad del agua de riego. De acuerdo a esto, en la parte alta de la cuenca del Loa, en las zonas de Chiu Chiu y Lasana, la salinidad es considerablemente menor que en Calama, debido a un mejor balance en el suelo, al existir buen drenaje y buena calidad de agua para riego (CNR, 2000). El agua del río Loa aumenta significativamente su salinidad al recibir el aporte de las aguas del río Salado.

La Capacidad de Uso de suelo está relacionada a la salinidad y drenaje del suelo, predominando las clases III y IV. Si estos suelos fueran manejados adecuadamente, mediante habilitación y lavados a través del riego por inundación, se podría reducir la salinidad al cabo de unos años, aunque los niveles de boro persistirían (CNR, 2003).

En la zona de San Pedro de Atacama, los suelos son de origen aluvial complejo, en cual se han depositado sedimentos de diverso origen, tales como pie de monte coluvial, arenas y sedimentos de áreas lacustrinas, entre otros, generando suelos complejos de difícil separación cartográfica. Se caracterizan por tener una marcada estratigrafía, que proviene de depósitos diversos asociados a los aluviones recientes. A diferencia del área de Calama, en San Pedro el drenaje general es bueno y el problema salino se circunscribe sólo a ciertas toxicidades específicas en un tenor moderado.

En esta zona se puede identificar suelos de sedimentos lacustrinos con texturas finas, suelos arenosos estratificados originados en depósitos de antiguos cursos del río San Pedro, zonas de dunas y suelos de depósitos aluviales de sedimentos arrastrados desde las partes altas de la cuenca.

En general, los suelos de San Pedro presentan buenas características para cultivos agrícolas, siendo la salinidad la que podría provocar las limitaciones más importantes. Parecen suelos aptos para la adaptabilidad de especies hortícolas importantes como tomate, pimentón y repollo, los que, con un manejo adecuado, podrían ser rentables.

Respecto a la franja costera, es necesario mencionar que corresponde a una terraza marina de características arenosas, de gran espesor, ubicada en el área norte de Antofagasta.

3.6.5.1 Salinidad de los Suelos de la Región

En la Región de Antofagasta, la mayor parte de los suelos presenta un alto contenido de sal, debido a las características físico-químicas del territorio (Luzio, 2010; DGA, 2004; CNR 2000):

- i. La zona del altiplano posee la presencia de cuencas endorreicas y salares ricos en calcio y sulfatos, lo que genera suelos con un alto contenido de sal, afectando las cabeceras de las cuencas de Salar de Atacama y del río Loa.
- ii. La zona intermedia (desierto de Atacama), cuenca con una alta presencia de sales, carbonatos y sílices, las cuales presentan suelos con alto contenido de sales, sin ser salares. A estas características hay que añadir la presencia de cuencas con drenaje restringido e impedido lo que genera acumulación de sales.
- iii. La zona costera presenta una presenta un alto contenido de sodio debido a la influencia marina, lo cual aporta a la salinidad a los suelos del sector costero.

A nivel general, existen varios procedimientos de calificación de suelos afectados por sales desarrollados con un propósito de diagnóstico y recuperación de suelos afectados. El Laboratorio de salinidad de los Estados Unidos de Norteamérica (USSLS, 1954) desarrolló un sistema para propósitos de recuperación de suelos afectados por sales, basado fundamentalmente, en la conductividad eléctrica del extracto de la pasta del suelo saturado (CEe), el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y el pH de la pasta de suelo saturado (pHs). Este sistema presenta tres categorías (Villafañe, 1999):

- a) Suelo salino (CE >4 dS/m, PSI <15 y pHs <8,5).
- b) Suelo salino-sódico (CEe >4dS/m, PSI >15 y pHs > 8,5).
- c) Suelo sódico (CEe < 4dS/m, PSI >15 y pHs > 8,5).

En este contexto, los estudios que han sido realizados en la Región de Antofagasta, indican que los suelos poseen pH superiores a 8. Teniendo cifras que varían entre los 8,4 y 9,2 en el sector costero de la región; superan el pH 8 en el sector del desértico; y varían entre 8,5 y 8.9 en el sector altiplánico (Luzio, 2010). Lo que indicaría que la región posee suelos salinos y salino-sódicos.

Por otra parte, un estudio presentado en el 2010 en “19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia” denominado “Effects of brewery wastewater irrigation on Antofagasta soils” muestra que la salinidad de los suelos saturados con agua destilada presenta cifras que superan el pHs 8,0 y bordean el 8,5 (Fuentes et al., 2010).

De manera general, se tiene que los suelos de la región son suelos salinos (Luzio, 2010; DGA, 2004; CNR 2000), los cuales limitan las actividades agrícolas y el desarrollo de cultivos. Esto sumado a

que los montos excesivos de sal en el suelo, tienen efectos adversos en las propiedades físicas y química del suelo, en los procesos microbiológicos u en el crecimiento de las plantas (Fuentes et al., 2010), lo que dificulta la utilización de estos suelos con fines agrícolas.

En la región existe una carencia de estudios sobre la salinidad de los suelos con fines agrícolas y de riego. En este contexto, se hace necesario poder calificar los suelos por sales y sodio, con el fin de generar una planificación adecuada, en cuanto a actividades de riego y agrícolas se refiere, definiendo niveles de salinidad, en relación a la tolerancia de los cultivos a las sales (Villafañe, 1999). Así, como lo concerniente a la distribución de los niveles de salinidad y de la dispersión del sodio en el perfil del suelo.

3.6.6 Características de la Población

La caracterización demográfica se presenta a nivel de detalle para cada una de las zonas que componen este estudio. Antes de presentar la información comunal, se entrega un reporte general a nivel país y región de algunas variables, con el objetivo de presentar un contexto general. Debido a la invalidez del Censo de 2012, este informe utiliza las proyecciones estadísticas entregadas por el Instituto Nacional de Estadísticas INE para el año 2012.

En este contexto, es importante considerar que las proyecciones de población proporcionan información de base, que permite establecer escenarios futuros probables, respecto a la evolución de la población del país, entregando datos útiles para la toma de decisiones sobre Situaciones futuras (BNC, 2013).

El INE elaboró una actualización y proyección corta de población a la espera del censo abreviado de 2017 (INE, 2014). Finalmente, éste apartado trabajará los datos entregados durante el Censo 1992, 2002 y proyecciones de población entregadas por el mismo organismo.

De acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda aplicado en el año 2002, Chile tenía un total de 15.116.435 habitantes, cifra que aumentó en casi 2 millones de habitantes según la proyección realizada para el 2012. En la Región de Antofagasta, la población censada presentó un crecimiento de un 20,3%, siendo la segunda región, después de la región Metropolitana, con mayor crecimiento poblacional al año 2002.

Las estimaciones de proyección realizadas para el periodo comprendido entre el año 2002 y 2012, muestran un nuevo crecimiento regional. Según los datos entregados, la población aumentó en un 19% respecto a la cifra presentada en el censo 2002, enseñando un crecimiento de población intercensal de 2%, constituyendo el 3,3% de la población nacional.

Tabla 3-13 Población total regional 1992, 2002 y proyección 2012

Territorio	Año 1992	Año 2002	Año 2012
Región de Antofagasta	410.724	493.984	588.130
País	13.348.402	15.116.435	17.398.632

Fuente: Elaboración propia a partir de INE 2002 y 2012.

La población rural censada para la región, alcanzó 11.438 habitantes, lo que representa un 2,3% de la población total regional, aumentando sólo un 2% en comparación con el periodo anterior.

El Censo 2002 presentó una población urbana censada de 482.546, lo que correspondió a un crecimiento demográfico de un 20%, que se aprecia en la tabla siguiente:

Tabla 3-14 Población total regional, Urbana - Rural 1992 y proyección 2002

Región de Antofagasta	Censo 1992	Censo 2002
Población Urbana	399.515	482.546
Población Rural	11.209	11.438

Fuente: Elaboración propia a partir de INE 2002 y 2012.

De acuerdo a los últimos censos de población, el país siempre ha presentado un Índice de Masculinidad por debajo de 100, lo que significa que Chile se ha caracterizado por tener un mayor número de mujeres, oscilando este indicador entre 96 y poco menos de 100 hombres por cada 100 mujeres (INE, 2015). Mientras que la Región de Antofagasta presenta índices que superan estas cifras, alcanzando un índice de 109 hombres por cada 100 mujeres.

Tabla 3-15 Población por Sexo e Índice de Masculinidad

Territorio	Censo 2002		Proyección 2012		Índice de Masculinidad	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	2002	2012
Región	256.165	237.819	306.102	282.028	108	109
País	7.447.695	7.668.740	8.610.934	8.787.698	97	98

Fuente: Elaboración propia a partir de INE 2002 y 2012.

La Región de Antofagasta se encuentra dividida administrativamente en 3 provincias y 9 comunas las cuales se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 3-16 Provincias y comunas Región de Antofagasta

Provincias	Comunas
Antofagasta	Antofagasta Mejillones Sierra Gorda Taltal
El Loa	Calama Ollagüe San Pedro de Atacama
Tocopilla	María Elena Tocopilla

Fuente: SUBDERE, 2015.

3.6.6.1 Población de la Región de Antofagasta por Zonas de Trabajo

En este apartado se presenta un análisis de la población regional, de acuerdo con las zonas de estudio. La división territorial base del estudio, se realizó teniendo en cuenta las características hídricas y geográficas de la región, y no considerando la división político administrativa.

Por esta razón y para tener un análisis más detallado de la demografía de las zonas de trabajo, se han agrupado las zonas por territorio comunal tal y como se presenta a continuación:

Tabla 3-17 Población total 2002 y proyección 2012, por Zona de trabajo

Comuna	2002	2012	Variación %
San Pedro de Atacama	4.969	9.778	97
TOTAL ZONA 1 y 4	4.969	9.778	97
Ollagüe	318	246	-23
Calama	138.402	149.016	8
María Elena	7.530	3.410	-55
TOTAL ZONA 2 y 3	146.250	152.672	4
Mejillones	8.418	11.341	35
Antofagasta	296.905	378.923	28
TOTAL ZONA 5	305.323	390.264	28
Taltal	11.100	10.511	-5
TOTAL ZONA 6	11.100	10.511	-5

Fuente: Elaboración propia en base INE 2002 y 2012.

3.6.6.2 Zona 1 y Zona 4

Las Zonas 1 y 4 están dentro de la Comuna de San Pedro de Atacama, que ha presentado un aumento de población del orden del 100%. La población total comunal para el año 2002 alcanzó los 4.969 habitantes, aumentando a 9.778 habitantes para el año 2012.

Tabla 3-18 Población Zonas 1 y 4

Comuna	2002	2012	Variación %
San Pedro de Atacama	4.969	9.778	97

Fuente: Elaboración propia en base INE 2002 y 2012.

De acuerdo a los datos proyectados al 2012, la comuna posee 6.237 habitantes de sexo masculino y 5.341 habitantes de sexo femenino. Esto muestra un Índice de Masculinidad comunal de 117, superando el índice nacional y el regional.

Tabla 3-19 Población por Sexo e Índice de Masculinidad

Territorio	Censo 2002		Proyección 2012		Índice de Masculinidad	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	2002	2012
Comuna de San Pedro de Atacama	2.928	2.041	6.237	3.541	143	176
Región	256.165	237.819	306.102	282.028	108	109
País	7.447.695	7.668.740	8.610.934	8.787.698	97	98

Fuente: Elaboración propia en base INE 2002 y 2012.

Según la estructura de edad que presenta el Censo 2002 y su proyección para el año 2012, se tiene que todos los rangos han aumentado. El de mayor aumento es el rango entre los 30 y 44 años. Además, es posible apreciar que la comuna de San Pedro de Atacama presenta una tendencia al envejecimiento, como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 3-20 Población según grupos de edad: Censo 2002 y Proyección 2012

Territorio	Edad	2002	Proyectada 2012
San Pedro de Atacama	0 a 14	1.008	1.548
	15 a 29	1.535	2.187
	30 a 44	1.249	3.446
	45 a 64	785	1.949
	65 y mas	392	648

Fuente: Elaboración propia en base INE 2002 y 2012.

Los índices socioeconómicos muestran que la Zona 1 y 4 poseen un 8,1% de la población en situación de pobreza, superando levemente el porcentaje de la región (7,5%). Un 16,8% de la población se encuentra afiliada a Fonasa grupo A, lo cual indica que casi un 20% de la población comunal, es considerado como indigente.

Finalmente, el porcentaje de hogares con hacinamiento crítico y saneamiento deficitario son altos, acrecentando la condición social baja en la cual vive un porcentaje considerable de la población.

Tabla 3-21 Indicadores socioeconómicos Zonas 1 y 4

Zonas 1 y 4		San Pedro De Atacama
Población Y Pobreza	Porcentaje De La Población En Situación De Pobreza (2011)	8,1
Educación	Porcentaje De Matrícula En Establecimientos Municipalizados (2012)	100
	Porcentaje De Matrícula En Establecimientos Particulares Subvencionados (2012)	0
Salud	Porcentaje De Población Afiliada A Fonasa Grupo A (2011)	16,8
	Porcentaje De Población Afiliada A Fonasa Grupo B (2011)	24,0
Vivienda	Porcentaje De Hogares Con Hacinamiento Crítico (2013)	3,9
	Porcentaje De Hogares Con Saneamiento Deficitario (2013)	67,5

Fuente: MIDESO, 2014.

3.6.6.3 Zona 2 y Zona 3

Las Zonas 2 y 3 abarcan las comunas de Calama, María Elena y Ollagüe. En estas comunas se presentan fenómenos demográficos opuestos: mientras Calama aumenta su población, las comunas de Ollagüe y María Elena las disminuyen considerablemente. La comuna de Calama, al ser la capital provincial, es la que presenta una mayor cantidad de habitantes. Según datos entregados por el INE, ésta vivió un aumento demográfico de un 8%.

Por otra parte, la comuna de Ollagüe disminuyó considerablemente su población en un 23%. Es importante considerar que esta es una comuna de características rurales que presenta un 85% de ascendencia indígena quechua (INE, 2002).

Tabla 3-22 Población Zonas 2 y 3

Territorio	Censo 2002	Proyección Censo 2012	% variación
Comuna de Calama	138.402	149.016	8
Comuna de María Elena	7.530	3.410	-55
Comuna de Ollagüe	318	246	-23

Fuente: Elaboración propia en base INE 2002 y 2012.

De acuerdo a las proyecciones entregadas para el 2012 la comuna de Calama presenta 75.721 habitantes de sexo masculino y 73.295 habitantes de sexo femenino, entregando un Índice de Masculinidad comunal de 103. En tanto, las comunas de María Elena y Ollagüe, presentan índices de masculinidad altos de 145 y 167, respectivamente. El promedio de las zonas en estudio, presenta un índice bastante alto, comparado con el resto de la región y del país, tal como se muestra en la siguiente:

Tabla 3-23 Población por Sexo e Índice de Masculinidad

Territorio	Censo 2002		Proyección 2012		Índice de Masculinidad	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	2002	2012
Comuna de Calama	70.832	67.570	75.721	73.295	105	103
Comuna de María Elena	4.298	3.232	2.018	1.392	133	145
Comuna de Ollagüe	210	108	154	92	194	167
Total Zonas 2 y 3	75.340	70.910	77.893	74.779	144	138
Región	256.165	237.819	306.102	282.028	108	109
País	7.447.695	7.668.740	8.610.934	8.787.698	97	98

Fuente: Elaboración propia en base INE 2002 y 2012.

La división por edad de la comuna muestra una disminución general de la población, ya que todos los rangos enseñan cifras menores al periodo anterior. El único rango que ve un leve aumento es el de 65 años y más. Esto demuestra una baja en la natalidad y una tendencia al envejecimiento de la población de las zonas estudiadas.

Tabla 3-24 Población Zonas 2 y 3 por grupos de edad

Zona 2 y 3	Edad	2002	Proyectada 2012
Calama	0 a 14	40.526	38.425
	15 a 29	34.665	38.420
	30 a 44	35.840	32.533
	45 a 64	21.214	30.605
	65 y mas	6.157	9.033
María Elena	0 a 14	2.122	749
	15 a 29	1.806	869
	30 a 44	2.128	809
	45 a 64	1.318	845
	65 y más	156	138
Ollagüe	15 a 29	1.806	869
	30 a 44	2.128	809
	45 a 64	1.318	845
	65 y más	156	138
	65 y mas	17	22

Fuente: Elaboración propia en base INE 2002 y 2012.

Los índices socioeconómicos entregan un panorama general de la zona, poniendo de manifiesto, cuales son comunas que requieren de mayor atención al momento de generar planes de desarrollo. Para las zonas 2 y 3, se tiene que la comuna de Ollagüe es la que presenta mayor porcentaje de población en situación de pobreza, lo que presenta estrecha relación con las condiciones de vivienda que se observan: más de un 50% de los hogares posee un saneamiento deficitario. Como se mencionó con anterioridad, estos datos se relacionan con aquellos de las condiciones de ruralidad y étnicas que vive la comuna.

Tabla 3-25 Indicadores socioeconómicos Zonas 2 y 3

Zonas 2 Y 3		Calama	María Elena	Ollagüe
Población y Pobreza	Porcentaje de la población en Situación de Pobreza (2011)	6,5	6,3	18,9
Educación	Porcentaje de matrícula en establecimientos municipalizados (2012)	57,6	100	100,0
	Porcentaje de matrícula en establecimientos particulares subvencionados (2012)	36,5	0	0
Salud	Porcentaje de población afiliada a Fonasa grupo A (2011)	18,5	17,3	4,8
	Porcentaje de población afiliada a Fonasa grupo B (2011)	24,9	30,2	31,7
Vivienda	Porcentaje de hogares con hacinamiento crítico (2013)	3,0	6,6	3,7
	Porcentaje de hogares con saneamiento deficitario (2013)	23,6	8,1	51,9

Fuente: MIDESO, 2014.

3.6.6.4 Zona 5

La Zona 5 está compuesta por la zona costera de la comuna de Taltal. La comuna de Taltal, presenta una superficie de 20.405 km², siendo la segunda en tamaño después de la comuna de Antofagasta. La población total comunal para el año 2002 alcanzó los 10.511 habitantes, presentando una disminución del 5% de sus habitantes con respecto al periodo anterior. Es importante destacar que presenta un índice de crecimiento negativo, el cual se podría explicar debido a procesos migratorios de la población. A pesar de haber sufrido una baja en el número de habitantes, ésta sigue ocupando el segundo lugar provincial en cuanto a número de habitantes.

Tabla 3-26 Población total 2002 y proyección 2012

Territorio	Censo 2002	Proyección Censo 2012	% Variación
Taltal	11.100	10.511	-5

Fuente: Elaboración propia en base INE 2002 y 2012.

Según el Censo, la Comuna de Taltal presenta 6.182 habitantes hombres, mientras que sólo 4.918 son mujeres. Sobre estos datos se calcula un Índice de Masculinidad comunal proyectado al 2012 de 123.

Tabla 3-27 Población por Sexo e Índice de Masculinidad

Territorio	Censo 2002		Proyección 2012		Índice de Masculinidad	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	2002	2012
Taltal	6.182	4.918	5.807	4.704	126	123
Región	256.165	237.819	306.102	282.028	108	109
País	7.447.695	7.668.740	8.610.934	8.787.698	97	98

Fuente: Elaboración propia en base INE 2002 y 2012.

De acuerdo a la estructura por rangos presentada por el Censo 2002 y su proyección para el año 2012, se tiene que los primeros tres rangos etarios, 0 – 44 años han ido perdiendo importancia relativa con el paso de los años, presentando una disminución notoria. No así el grupo de habitantes que se encuentra en el rango de personas adultas (45 – 65 años), presentando un aumento de alrededor del 40%. El rango de edad que va de 60 años o más presenta un aumento aproximado de un 12%. Esto demuestra una tendencia al envejecimiento de la población, el cual se ve reflejado en la tabla siguiente:

Tabla 3-28 Población comuna de Taltal por grupos de edad, Censo 2002 y proyecciones 2012

Territorio	Edad	2002	Proyectada 2012
Taltal	0 a 14	2.997	2.490
	15 a 29	2.491	2.401
	30 a 44	2.935	2.135
	45 a 64	1.871	2.590
	65 y mas	806	895

Fuente: Elaboración propia en base INE 2002 y 2012.

Los índices socioeconómicos de la Zona 5 muestran que un 3% de la población se encuentra en situación de pobreza. El 100% de la población asiste a establecimientos municipalizados lo que indicaría que no existe la presencia de establecimientos subvencionados o particulares. Por otra parte, alrededor del 20% de la población se encuentra afiliada a Fonasa A, lo que denota una gran cantidad de población en condición de indigencia. Finalmente, los porcentajes de hacinamiento crítico se mantienen en el nivel regional siendo de 3,4%.

Tabla 3-29 Indicadores socioeconómicos Zona 5

Zona 5		Taltal
Población Y Pobreza	Porcentaje de la población en Situación de Pobreza (2011)	2,7
Educación	Porcentaje de matrícula en establecimientos municipalizados (2012)	100
	Porcentaje de matrícula en establecimientos particulares subvencionados (2012)	0
Salud	Porcentaje de población afiliada a Fonasa grupo A (2011)	18,6
	Porcentaje de población afiliada a Fonasa grupo B (2011)	28,6
Vivienda	Porcentaje de hogares con hacinamiento crítico (2013)	3,4
	Porcentaje de hogares con saneamiento deficitario (2013)	25,1

Fuente: MIDESO, 2014.

3.6.6.5 Zona 6

La Zona 6 está compuesta por la comuna de Antofagasta, que ha sufrido un aumento de la población en más de 30%. La población total alcanzó los 296.905 habitantes en el año 2002. Según datos entregados por el INE, la comuna vivió un aumento demográfico de un 28% al año 2012.

Tabla 3-30 Población total 2002 y Proyección 2012, Zona 6

Territorio	Censo 2002	Proyección Censo 2012	% Variación
Antofagasta	296.905	378.923	28

Fuente: Elaboración propia a partir de INE 2002 y 2012.

Según el Censo, la Comuna de Antofagasta presenta 196.952 habitantes hombres, mientras que sólo 181.971 son mujeres. Sobre estos datos se calcula un Índice de Masculinidad comunal proyectado al 2012 de 123, el cual supera con creces (25 puntos) el índice nacional, además de encontrarse 14 puntos sobre el índice regional.

Tabla 3-31 Población por Sexo e Índice de Masculinidad

Territorio	Censo 2002		Proyección 2012		Índice de Masculinidad	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	2002	2012
Comuna de Antofagasta	153.220	143.685	196.952	181.971	126	123
Región	256.165	237.819	306.102	282.028	108	109
País	7.447.695	7.668.740	8.610.934	8.787.698	97	98

Fuente: Elaboración propia a partir de INE 2002 y 2012.

De acuerdo a la estructura de edad que presenta el Censo 2002 y su proyección para el año 2012, se tiene que el rango entre los 0 – 14 años ha ido perdiendo importancia relativa con el paso de los años. No así el grupo de habitantes que se encuentra en el rango de personas adultas (45 – 65 años), y mayores (60 años o más). Esto demuestra una tendencia al envejecimiento de la población, el cual se ve reflejado en la siguiente tabla.

Tabla 3-32 Población Zona 6, por grupos de edad

Territorio	Edad	2002	Proyectada 2012	% Territorio 2012
Antofagasta	0 a 14	76.734	88.795	23
	15 a 29	78.608	97.848	26
	30 a 44	74.754	85.124	22
	45 a 64	47.585	81.614	22
	65 y mas	19.224	25.542	7

Fuente: Elaboración propia a partir de INE 2002 y 2012.

En la tabla anterior, se puede observar la distribución de la población según el rango de edad, destacando la cantidad de población mayor a 30 años que presenta la comuna (51% del total comunal), lo que se explicaría por el proceso de transición demográfica que afecta al país, el cual avanza a la disminución de la natalidad y al envejecimiento de la población.

Con la finalidad de comprender el comportamiento económico de la comuna, es necesario conocer y ponderar la importancia relativa de los principales rubros de actividades económicas desarrolladas en cada comuna.

La capital regional y provincial se encuentra dentro de la comuna de Antofagasta, lo cual se ve reflejado en los rubros predominantes que se desarrollan en ella: el comercio al por mayor y menor, seguido por la construcción y, la hotelería y restauración. Los rubros que tienen menor representatividad en el territorio comunal son las organizaciones y órganos extraterritoriales y la administración pública y defensa. Es importante destacar la presencia de la actividad agrícola y minera dentro de la comuna, que también poseen cierta importancia relativa para la economía del territorio.

En cuanto a los índices socioeconómicos de esta zona, se tiene que la comuna de Antofagasta presenta un alto porcentaje de población en situación de pobreza, con un 8% del total comunal.

Tabla 3-33 Indicadores socioeconómicos Zona 6

Zona 6		Antofagasta
Población Y Pobreza	Porcentaje de la población en Situación de Pobreza (2011)	8
Educación	Porcentaje de matrícula en establecimientos municipalizados (2012)	52,5
	Porcentaje de matrícula en establecimientos particulares subvencionados (2012)	37,2
Salud	Porcentaje de población afiliada a Fonasa grupo A (2011)	19,3
	Porcentaje de población afiliada a Fonasa grupo B (2011)	27,1
Vivienda	Porcentaje de hogares con hacinamiento crítico (2013)	2,9
	Porcentaje de hogares con saneamiento deficitario (2013)	7,1

Fuente: MIDESO, 2014.

3.6.7 Hidrografía General

La Región de Antofagasta se caracteriza por ser principalmente endorreica. Entre las cuencas cerradas sobresale la del Salar de Atacama, hacia donde drena el río San Pedro, el que da origen al oasis de San Pedro de Atacama.

Entre los escasos ríos destaca el Loa, el más largo de Chile con 450 km de longitud y una hoya hidrográfica de más de 33.000 km². Otros cauces menores son los ríos Vilama, San Pedro, Salado y San Salvador.

Tabla 3-34 Principales ríos Región de Antofagasta

Nombre	Longitud (km)	Cuenca (km ²)	Desembocadura
Río Loa	440	33 570	Océano Pacífico
Río San Salvador	56	619	Río Loa
Río Salado	80	2210	Río Loa
Río San Pedro	75	1087	Río Loa
Río Toconce	25	n.d.	Río Salado

Fuente: Elaboración propia.

n.d.: No determinado porque la cuenca del río Toconce, se incluye en la cuenca del río Loa

Los recursos hídricos de la II Región están concentrados principalmente en dos cuencas: del río Loa y del Salar de Atacama. Ambas representan cerca del 90% de los recursos de agua de la Región. El 10% restante de los recursos hidráulicos se encuentra en los salares de Punta Negra y Ascotán y en Agua Verde.

3.6.7.1 Fluviometría

Los estudios existentes referidos a la disponibilidad de aguas superficiales en los principales cauces, se basan en el análisis de frecuencia de las series de caudales medios mensuales en las estaciones fluviométricas seleccionadas para tal efecto. En este sentido, se han recogido los valores publicados en el estudio previo "Diagnóstico actual del riego y drenaje en Chile y su proyección" (CNR, 2003), así como el "Diagnóstico Plan estratégico para la Gestión de los recursos hídricos, Región de Antofagasta", de la Dirección general de Aguas, de 2012.

Tabla 3-35 Caudal medio anual en estaciones fluviométricas

ID	Nombre estación	Q medio anual (m ³ /s)	
		Estudio 2003	Estudio 2012
9	Río Loa en Conchi	1,77	-
10	Río Loa en salida embalse Conchi	-	0,7
23	Río Loa en Yalquincha	2,22	1,4
33	Canal Quillagua en Quillagua	0,24	-
34	Río Loa en Quillagua	-	0,8
51	Río San Pedro en Cuchabrache	0,86	0,7
43	Canal Vilama en Vilama	0,23	-
40	Río Vilama en Vilama	-	0,2

Fuente: Elaboración propia a partir de CNR y DGA.

3.6.7.2 Acuíferos

Las aguas subterráneas en la región, en general, fluyen de Este a Oeste, desde la zona de recarga en los volcanes hacia la Cordillera Media. Los principales acuíferos de la Región, según los antecedentes son:

- Ojos de San Pedro: Ocupa el valle antiguo del río San Pedro fluyendo el agua subterránea de Este a Oeste. Los valores de transmisibilidad son altos, en el rango de 2.000 a 4.500 m²/día. Los coeficientes de almacenamiento en los acuíferos no confinados también son altos del orden de 0,15 a 0,20.
- Vegas de Turi: El afloramiento de aguas subterráneas ocurre en tres localidades: Baños de Turi; río Salado y en la Salar y Playa. Los valores de la transmisividad se estiman en 500 m²/día.
- Cuenca de Calama: Esta cuenca se extiende desde Calama hacia el norte de Chiu-Chiu. Este gran llano que sube paulatinamente hacia el este, es surcado por el curso inferior del río Loa. La recarga principal es por flujo de agua subterránea, proveniente del valle del río Loa y del valle del río Salado. Las principales zonas de descarga se presentan en las vegas de Calama y Chiu-Chiu y en el río Loa entre Isla Grande y Escorial.

3.7 Caracterización de la Cuenca en Función de sus Recursos Naturales

Los recursos naturales de la cuenca se describen a continuación en términos de recursos hídricos, uso multisectorial del recurso, calidad de aguas de riego, variabilidad climática, caracterización ambiental de la cuenca y los aspectos de riego y drenaje que la caracterizan.

Los antecedentes han sido levantados a partir de fuentes secundarias de información provenientes de diversas instituciones relacionadas con la gestión del riego. El objetivo del apartado es obtener un contexto general de la situación actual de los recursos naturales de la cuenca, para que sean convergentes con los resultados del Plan de Gestión de Riego.

3.7.1 Disponibilidad Hídrica, Caracterización y Calidad del Recurso Hídrico Superficial y Subterráneo

Según el Atlas del Agua en Chile (DGA, 2016), la disponibilidad hídrica en una cuenca puede ser definida como “el caudal susceptible a otorgar, mediante derechos de aprovechamiento, ya sean éstos permanentes o eventuales, de ejercicio continuo, discontinuo y alternado”. Conocer la disponibilidad hídrica de una cuenca permite maximizar el uso de los recursos hídricos existentes y disponibles en ellas. En este sentido, se ha realizado un estudio de los caudales de las dos principales cuencas hidrológicas de la región con el objetivo de cuantificar los balances hídricos de las mismas, pudiendo así describir la disponibilidad de agua para riego.

Durante los últimos 15 años, la Dirección General de Aguas (DGA, 2012) ha venido realizando esfuerzos por cuantificar de forma precisa el recurso hídrico, superficial y subterráneo, en la Región de Antofagasta (localización, cuencas principales y fuentes superficiales). Muestra de esto son los estudios generales publicados por la DGA 1996 y 2007, además de otros trabajos realizados en las zonas específicas de mayor importancia hídrica, tales como la cuenca del río Loa (DGA, 2005) y Salar de Atacama (DGA, 2010) o informes desarrollados desde otro punto de vista que son necesarios para la toma de decisiones (DGA, 2006).

Por lo tanto, el diagnóstico de la disponibilidad hídrica que viene desarrollando la DGA constituye una herramienta esencial para diseñar o definir la estrategia de recursos hídricos regionales, pues representa una actualización de la situación de oferta y de demanda espacializada (DGA, 2012).

La información hidrológica ha sido obtenida a partir del Servicio de Consulta de estadística hidrológica en línea, de la DGA. Las cuencas hidrológicas analizadas han sido las del río Loa y la del Salar de Atacama. Esta información ya ha sido previamente verificada, ordenada y cuantificada por la DGA en otros estudios (DGA, 1996; 2005; 2007; 2010; 2012). En dichos estudios se ha podido notar que los recursos hídricos de la Región de Antofagasta están concentrados en un 90% en dos cuencas principalmente: El río Loa y el Salar de Atacama. El 10% restante de los recursos hídricos de la región se encuentran en los salares de Punta Negra y Ascotán, y en Agua Verde (DGA, 2012).

3.7.1.1 Disponibilidad Hídrica Superficial

Según el Atlas del Agua en Chile (DGA, 2016) la Región de Antofagasta (ubicada en la Macrozona Norte de Chile) no cuenta con caudal disponible para el otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento. Sin embargo, dado que la DGA (2016) no distingue entre disponibilidad hídrica superficial en la parte alta, media y baja de las cuencas, se ha optado por presentar un análisis detallado de los caudales presentes en las cuencas hidrográficas río Loa y Salar de Atacama (más sus afluentes) para distintos periodos de tiempo.

a) Cuenca río Loa

Los ríos considerados en la cuenca del río Loa son el río Salado, el río San Pedro y el propio río Loa. El río Salado confluye en el río Loa próximo a la localidad de Chiu-Chiu. Por tanto, en el balance del hídrico se considerará el aporte de caudal correspondiente.

Río Loa

Los caudales del río Loa han sido considerados desde la salida del embalse de Conchi, hasta El Escorial, para poder delimitar el consumo en la zona de mayor producción. Se dispone de información en los siguientes periodos.

- i. Período posterior a 2006: La información consultada son mediciones en las siguientes estaciones:
 - Río Loa en la salida del embalse de Conchi. Se dispone de valores de caudal medios mensuales, desde enero de 2006 hasta mayo de 2015, ambos incluidos. El valor promedio global es de $0,60 \text{ m}^3/\text{s}$. El mes más caudaloso es febrero, con $1,72 \text{ m}^3/\text{s}$, y el mes menos caudaloso es junio con $0,33 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Río Loa en el Escorial. Se dispone de valores de caudal medios mensuales, desde enero de 2006 hasta mayo de 2015, ambos incluidos. El valor promedio global es de $1,57 \text{ m}^3/\text{s}$. El mes más caudaloso es febrero, con $3,91 \text{ m}^3/\text{s}$, y el mes menos caudaloso es noviembre con $1,18 \text{ m}^3/\text{s}$.
- ii. Periodo anterior a 2006: La información disponible en periodos anteriores a 2006 es de otras estaciones de medición, como la del río Loa en Conchi, aguas arriba de la ubicación actual del embalse y con datos de hasta 1972. Por ello esta información no se considerará en el estudio.

Por otra parte, debe indicarse que el aporte (tanto superficial como subterráneo) desde el Salar de Llamara es de aproximadamente $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ aguas abajo de Calama, la contribución de aguas subterráneas al flujo del río Loa es nula, con excepción de los caudales de retorno provenientes de irrigación y el aporte del río San Salvador.

Río San Pedro

El río San Pedro desemboca en el río Loa, pocos kilómetros aguas arriba del embalse de Conchi. El aforo de su caudal no es determinante para estudiar el balance hídrico de la zona productiva al estar aguas arriba de una infraestructura de regulación. No obstante, se exponen los datos disponibles:

En relación a la información, se dispone de antecedentes medios mensuales desde enero de 2006 hasta mayo de 2015, de varios aforadores. Se tendrán en cuenta las mediciones del aforador más próximo al embalse de Conchi. El valor promedio global es de $1,06 \text{ m}^3/\text{s}$. El mes menos caudaloso es mayo, con $0,89 \text{ m}^3/\text{s}$, y el mes más caudaloso es diciembre con $1,13 \text{ m}^3/\text{s}$.

El aporte de agua subterránea a la descarga del río Loa disminuye rápidamente aguas abajo de Conchi. El río desciende aproximadamente 500 m desde la cota 3000 m.s.n.m. aguas arriba de Conchi hasta la confluencia con el río Salado, en una dirección de creciente aridez.

Río Salado

Los caudales del río Salado han sido considerados en el Sifón de Ayquina, lugar ubicado aguas arriba de la zona de estudio. Se dispone de información media mensual desde enero de 2006

hasta mayo de 2015, ambos incluidos. El valor promedio global es de 0,67 m³/s. El mes más caudaloso es febrero, con 1,63 m³/s, y el mes menos caudaloso es diciembre con 0,38 m³/s.

Río Toconce

El río Toconce confluye en el río Salado en una zona montañosa próxima a la frontera con Bolivia. Se dispone de información media mensual desde enero de 2006 hasta mayo de 2015, ambos incluidos. El valor promedio global es de 0,51 m³/s. El mes más caudaloso es diciembre, con 0,94 m³/s, y el mes menos caudaloso es septiembre con 0,32 m³/s.

Los resultados anteriores son coherentes con los valores publicados en otros estudios como “Diagnóstico actual del riego y drenaje en Chile y su proyección” de la Comisión Nacional del Riego, 2003, así como el “Diagnóstico Plan estratégico para la Gestión de los recursos hídricos, Región de Antofagasta”, de la Dirección General de Aguas, de 2012. A continuación, se presentan los caudales característicos y el balance oferta-demanda en la cuenca del río Loa:

Tabla 3-36 Caudal mínimo, medio y máximo anual cuenca río Loa

Río	Nombre estación	Q min (m ³ /s)	Q med (m ³ /s)	Q max (m ³ /s)
Loa	Río Loa salida Conchi	0,33	0,6	1,72
Loa	Río Loa en Escorial	1,18	1,57	3,91
San Pedro	Río San Pedro Pharsall n°2	0,89	1,06	1,13
Salado	Río Salado en sifón Ayquina	1,63	0,67	0,38
Toconce	Río Toconce antes represa Sendos	0,32	0,51	0,94

Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2015(b).

Tabla 3-37 Balance oferta-demanda cuenca del río Loa

Ítem	Caudal (m ³ /s) *
Oferta	4,80
Demanda agrícola	0,51
Demanda Agua Potable	1,09
Demanda Minera	2,76
Evaporación cuerpos de agua	1,59
Caudal en desembocadura	0,29
Reúsos de Agua Potable	Desconocido
Reúsos en Riego	Desconocido
Reúsos en Minería	Desconocido

***Nota: No está considerado el caudal ecológico**

Fuente: DGA, 2012.

b) Cuenca del Salar de Atacama

En la cuenca del Salar de Atacama se dispone de información referente a caudales medios mensuales en las inmediaciones de San Pedro de Atacama, así como del caudal máximo diario. Este último dato es relevante debido a que, en esta zona, las estructuras de regulación no son suficientes.

Canal de Vilama

Los caudales del canal de Vilama son los siguientes:

- Caudales medios: Se dispone de información media mensual desde enero de 2006 hasta mayo de 2015, de varios aforadores. El valor promedio global es de 100 l/s. El mes más caudaloso es julio, con 130 l/s, y el mes menos caudaloso es septiembre con 81 l/s.
- Caudales máximos: El valor de caudal máximo puntual que fue registrado entre los años 2004 y 2015 fue de 380 l/s, registrado en el mes de enero del año 2015.

Río San Pedro de Atacama en Cuchabrache

El río San Pedro nace de las montañas andinas. Llega a la población de San Pedro de Atacama y la bordea por el oeste hasta desembocar en el Salar de Atacama. La estación de aforo de Cuchabrache está situada aguas debajo de la confluencia de éste río con el Salado y el río Grande. Puesto que la regulación existente en el cauce del río San Pedro resulta insuficiente, se han analizado valores de caudales diarios para identificar los valores punta registrados entre los años 2001 y 2014.

- Caudales medios: El valor promedio global es de 0,77 m³/s. El mes más caudaloso es marzo, con 2,01 m³/s y el mes menos caudaloso es octubre con 0,55 m³/s. Debido a la falta de datos en los meses de enero, febrero y marzo, los años 2011-2014 no se han considerado.
- Caudales punta: Para la obtención de los valores de caudal punta se ha considerado el intervalo de tiempo entre 2001 y 2014, aunque en los años 2011 a 2014 faltan datos en varios meses. Se registran como valores máximos los establecidos en la tabla siguiente:

Tabla 3-38 Valores máximos de caudal

Año	Mes	Caudal punta (m ³ /s)
2001	Febrero	42,4
2002	Marzo	20,15
2003	Febrero	10,89
2004	Febrero	16,19
2005	Enero	20,29
2006	Febrero	25,19
2007	Agosto	0,95
2008	Enero	11,75
2009	Septiembre	1,1
2010	Agosto	1,6
2011	Agosto	1,06
2012	Febrero	22,67
2013	Agosto	1,13
2014	Julio	1,18

Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2015(b).

Tabla 3-39 Caudal mínimo, medio y máximo anual cuenca Salar de Atacama

Río	Nombre estación	Q min (m ³ /s)	Q med (m ³ /s)	Q max (m ³ /s)
Vilama	Canal Vilama en Vilama	0,081	0,1	0,13
San Pedro	Río San Pedro en Cuchabrache	0,55	0,77	2,01

Fuente: Elaboración propia a partir de DGA, 2015(b).

3.7.1.2 Disponibilidad Hídrica Subterránea

De acuerdo al Atlas del Agua en Chile (DGA, 2016), la disponibilidad hídrica subterránea es la cantidad de recursos hídricos almacenada en los acuíferos y Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común (SHAC), la cual se expresa en unidades de volumen por año. Dichos volúmenes pueden ser clasificados como: sustentable, provisional, disponible, total comprometido y total solicitado². En la Tabla se muestran los volúmenes correspondientes a la Región de Antofagasta, en comparación con las regiones del resto del país.

En esta región, el volumen sustentable alcanza los 271,5 hm³/año, mientras que el volumen disponible tiene una magnitud de 198,7 hm³/año, según los datos DGA (2016). Sin embargo, existe un volumen total comprometido de 272,17 hm³/año, que es la cantidad de agua que corresponde a todos los derechos constituidos y reconocidos y a las solicitudes tramitadas conforme a los artículos transitorios 2 (Código de Aguas, 1981), 3, 4 y 6 (Ley N° 20.017, 2005). Además, se incluyen las solicitudes pendientes tramitadas conforme al artículo 4° transitorio, siempre y cuando el sector acuífero no esté considerado en la Ley N° 20.411 (2009).

Tabla 3-40 Volúmenes de los SHAC por región

Macrozona	Región	Sustentable	[m ³ /año]	[%]	Disponible	[m ³ /año]	[%]	Comprometido	[m ³ /año]	[%]	Solicitado	[m ³ /año]	[%]
Norte	XV	39.735.360	0,2	56.607.120	0,3	161.126.520	1,3	185.882.911	1,2				
	I	73.006.437	0,5	87.341.914	0,5	238.691.939	1,9	353.256.481	2,3				
	II	271.548.715	1,7	198.661.135	1,0	272.166.527	2,2	103.349.210	0,7				
	III	300.356.811	1,9	336.842.796	1,7	778.802.926	6,4	1.193.028.713	7,6				
	IV	344.470.881	2,1	577.578.687	3,0	735.460.354	6,0	1.012.389.892	6,5				
Centro	V	432.424.786	2,7	663.167.392	3,4	1.648.581.519	13,5	1.376.036.757	8,8				
	RM	1.435.978.534	8,9	2.838.024.159	14,7	3.669.865.445	30,1	5.552.260.009	35,4				
	VI	636.973.588	4,0	1.633.969.405	8,5	1.472.766.281	12,0	1.895.056.322	12,0				
	VII	2.676.544.227	16,7	3.048.716.331	15,8	1.400.266.026	11,4	1.683.986.789	10,8				
Sur	VIII	2.258.269.344	14,0	2.258.269.344	11,7	583.354.705	4,8	828.238.730	5,3				
	IX	2.676.091.811	16,6	2.676.091.811	13,9	433.266.414	3,5	477.590.671	3,1				
	XIV	1.843.465.636	11,5	1.843.465.636	9,5	317.521.244	2,6	388.218.984	2,5				
	X	3.085.499.264	19,2	3.085.499.264	16,0	529.410.498	4,3	592.375.206	3,8				
Austral ⁽¹⁾	XI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	XII	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(1) Acuíferos y SHAC por identificar		Total	16.074.365.395		Total	19.304.234.996		Total	12.241.280.398		Total	15.641.670.676	

Fuente: Atlas del Agua (DGA, 2016).

De acuerdo a los valores de la tabla anterior y comparando los volúmenes sustentable y comprometido, en la II Región no existe un volumen disponible.

En este sentido y según la tabla siguiente, en la cuenca principal del Salar de Atacama, el volumen disponible es igual a cero. Para la cuenca del río Loa (cuenca compartida con la I región de Tarapacá) el volumen disponible que presenta la DGA (2016) equivale a 13, 8 hm³/año (acuífero Salar de Llamara), lo cual no es muy representativo de la disponibilidad de agua en la cuenca del río Loa en Antofagasta.

² Para más información de la definición de estos volúmenes consulte el *Atlas del Agua en Chile* (DGA, 2016; pág.116). Disponible en <http://www.dga.cl/atlasdelagua/Paginas/default.aspx>.

Tabla 3-41 Volúmenes y número de SHAC para los acuíferos seleccionados

Región	Cuenca	Acuífero	Nº SHAC	[Nº]	Vol. Sustentable	[m³/año]	Vol. Disponible	[m³/año]
XV	Río Lluta	Lluta	1	2	14.506.560	29.013.120		
XV	Río San José	Azapa	1	1	22.075.200	27.594.000		
I	Pampa del Tamarugal	Pampa del Tamarugal	2	2	35.437.600	35.437.600		
I	Río Loa	Salar de Llamara	1	1	6.591.024	13.182.048		
II	Río San Pedro	Salar de Atacama	10	10	86.093.280	0		
III	Río Copiapó	Copiapó	6	6	118.141.803	147.677.254		
III	Río Huasco	Huasco	8	8	23.084.352	30.034.886		
IV	Río Choapa	Choapa	6	6	29.927.664	50.016.096		
IV	Río Elqui	Elqui	7	7	91.876.982	183.753.964		
IV	Río Limarí	Limarí	14	14	69.413.890	136.989.232		

Fuente: Atlas del Agua (DGA, 2016).

Bajo este escenario se precisa de mayores estudios hidrogeológicos específicos y sectorizados (cuenca por cuenca), que permitan cuantificar de forma precisa, el recurso hídrico, superficial y subterráneo, en la Región de Antofagasta (localización, cuencas principales y fuentes superficiales).

En conclusión, se puede señalar que los estudios de aguas subterráneas realizados a la fecha no son suficientes y representativos para diferenciar los sectores hidrogeológicos, sus dimensiones y calcular su tasa de productividad, disponibilidad de agua subterránea y características físicas de los distintos acuíferos. Además, los estudios disponibles sobre la cantidad de agua superficial y subterránea son insuficientes para entregar un análisis más detallado de la disponibilidad hídrica por cada una de las cuencas del estudio, ya que hay cuencas o sectores del estudio que no cuentan con información suficiente y representativa.

Por consiguiente, lo anterior se ve reflejado en la carencia de una red de monitoreo que permita realizar un seguimiento y validación de los estudios y modelos que se realicen, permitiendo un conocimiento más acabado de este recurso, tal como señaló el MOP (2012). Además, se confirma la falta de estudios de análisis hidrológico (caudales o escorrentía, precipitaciones, temperaturas, evapotranspiración, etc.) y de balance de agua (recarga, precipitación, evaporación y almacenamiento de agua), que permitan realizar una estimación detallada de la oferta actual que tienen las distintas cuencas de la región.

3.7.1.3 Demanda Hídrica

En el análisis de antecedentes se realizó la estimación tanto de la oferta, como de la demanda hídrica, para cada una de las cuencas de la Región de Antofagasta. A pesar de que los estudios previos han sido enfocados en su mayoría en las cuencas del río Loa y Salar de Atacama, también existen datos sobre la demanda hídrica de los dos sectores principales de la región: Agricultura y Minería.

a) Agricultura

En las tablas siguientes se presenta la demanda agrícola estimada (DGA, 2012).

Tabla 3-42 Demanda hídrica anual por cuenca hidrográfica

Cuenca	Demanda año 2007 (m ³ /Año)
Salar de Atacama	33.537.340,85
Río Loa	16.144.875,97
Costera – Loa – Caracoles	82.447,23
Costera – Qda. La Negra – Qda. Pan de Azúcar	68.946,61
Fronteriza – Salar Michincha – Río Loa	26.328,53
Quebrada Caracoles	1.748,75
Fronteriza – Salares Atacama – Socompa	0,00
Endorreica – entre Fronterizas y Salar de Atacama	0,00
Endorreica – Salar de Atacama – Vertiente Pacífico	0,00
Quebrada La Negra	0,00

Fuente: DGA, 2012.

Tabla 3-43 Demanda hídrica agrícola proyectada por cuenca (m³/año)

Cuenca	2012	2017	2022	2032
Salar de Atacama	33.352.681,24	36.957.507,95	40.838.369,89	51.575.620,88
Río Loa	16.055.980,84	17.278.759,15	18.459.152,70	21.415.042,23
Costera – Loa – Caracoles	81.993,26	91.899,19	103.829,00	141.663,84
Costera – Quebrada La negra – Qda Pan de Azúcar	68.566,98	90.639,04	119.571,71	214.000,40
Fronteriza – Salar Michincha – Río Loa	26.183,56	27.768,75	29.228,14	32.881,41
Quebrada Caracoles	1.739,12	2.377,35	3.223,38	6.006,52
Fronteriza – Salares Atacama – Socompa	0,00	0,00	0,00	0,00
Endorreica – entre Fronterizas y Salar de Atacama	0,00	0,00	0,00	0,00
Endorreica – Salar de Atacama – Vertiente Pacífico	0,00	0,00	0,00	0,00
Quebrada La Negra	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: DGA, 2012.

b) Minería

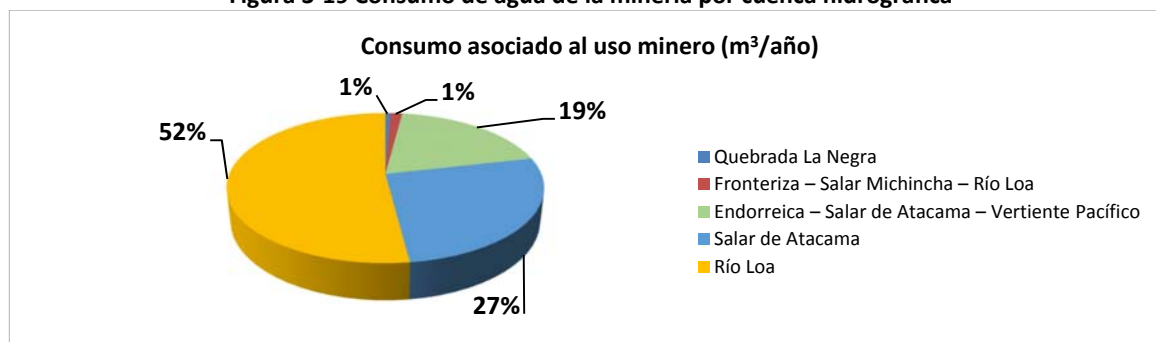
A los consumos de agua calculados les fueron asignadas Cuencas Hidrográficas de extracción del recurso, según la ubicación de la extracción del agua para cada instalación minera.

Tabla 3-44 Consumo de agua de la minería por cuenca hidrográfica

Cuenca	Consumo asociado al uso minero (m ³ /año)
Quebrada La Negra	1.040.688
Fronteriza – Salar Michincha – Río Loa	2.396.736
Endorreica – Salar de Atacama – Vertiente Pacífico	32.387.472
Salar de Atacama	44.339.616
Río Loa	87.039.360
Costera – Loa – Caracoles	-
Costera – Quebrada La negra – Quebrada Pan de Azúcar	-
Quebrada Caracoles	-
Fronteriza – Salares Atacama – Socompa	-
Endorreica – entre Fronterizas y Salar de Atacama	-

Fuente: DGA, 2012

Figura 3-19 Consumo de agua de la minería por cuenca hidrográfica



Fuente: Elaboración propia a partir de DGA, 2012.

La DGA (2012) realizó una estimación aproximada de proyección a corto-plazo (2012- 2017) de la demanda de agua en la industria minera. Para ello consideró cálculos basados en producción anual de mineral y tasas de consumo unitario de agua para el periodo 2001-2011.

Añadido a lo anterior se consideraron estimaciones de producción que contemplaban las inversiones programadas hasta el año 2020, presentes en el estudio: “Gestión del Recurso Hídrico y la Minería en Chile, Proyección Consumo de agua en la Minería del Cobre 2009-2020”. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 3-45 Estimación de la demanda de agua de la minería 2012-2017

Año	Demanda (hm³/año)
2012	142,0
2013	136,1
2014	129,9
2015	168,0
2016	166,6
2017	154,8

Fuente: DGA, 2012.

Es importante mencionar y en conclusión de DGA (2012) que la proyección de demandas futuras de mediano y largo plazo no son posibles de realizar, ya que dependen de los proyectos mineros que se ejecuten, las tecnologías de explotación y producción seleccionadas parámetros que no es posible proyectar, por lo que no se hace posible presentar una demanda hídrica minera realista.

3.7.1.4 Calidad

La DGA pone a disposición pública una serie de datos relativos a la calidad de las aguas recopilados en las diferentes estaciones localizadas en la cuenca del río Loa que miden parámetros y niveles de la calidad química del agua. En este apartado se ha tratado de justificar los datos obtenidos respectivos a la calidad de las aguas de los principales ríos de la provincia de El Loa.

De entre los parámetros que miden las diferentes estaciones localizadas en los cauces de los ríos en los que se centra este estudio, se han extraído los datos relativos a los niveles de Arsénico (As), Boro (B), Cloruro (Cl) y Salinidad (Conductividad eléctrica).

Cuenca del río Loa: Entre los escasos ríos de la región destaca el Loa, el río más largo de Chile con 450 km de longitud y una hoya de más de 33.000 km². Sus aguas son intensamente aprovechadas para el regadío, minería y agua potable.

Río Loa: Anteriormente a la construcción del embalse Conchi, la concentración de sales en las aguas que llegaban a la zona de riego de Calama era extremadamente alta. Después de la construcción, se ha producido un aumento del caudal del Loa a raíz de las entregas del embalse y, por otra parte, las aguas del Salado, con un nivel de salinidad elevado, han sido captadas para la División Chuquicamata de CODELCO.

Las estaciones de control y monitoreo existentes en el cauce del río Loa que se han considerado son las siguientes:

- Río Loa en represa de Lequena: Situada aguas arriba del embalse Conchi en la cuenca del río Loa, antes de la unión de este con el río San Pedro.
- Río Loa en Vado de Santa Bárbara: Situada cercana al punto de unión de río Loa y San Pedro, aguas arriba del embalse Conchi.
- Río Loa a la salida de embalse Conchi: El agua que sale de este embalse de regulación es la utilizada para regadío en las zonas aguas abajo de Lasana y Chiu-Chiu.
- Río Loa antes de junta con río Salado: Localizada en la zona de Chiu-Chiu.
- Río Loa en Escorial: Localizada en el cauce del río Loa cerca de la población de Calama y aguas debajo de la unión de río Loa con río Salado.
- Sifón de Ayquina.
- Pozo Chiu-Chiu.
- Río San Pedro en Parshall N° 1.

Los valores medios de las estaciones consideradas son presentados a continuación:

Tabla 3-46 Cuadro resumen de niveles de calidad en las estaciones consideradas

Estación	Cuenca	Conductividad	Boro	Arsénico total	Cloro
		µmhos/cm	mg/l b	mg/l as	mg/l cl
Lequena	Río Loa	1.190	5,03	0,21	163,98
Vado Sta. Bárbara	Río Loa	2.975	8,63	0,21	592,4
Embalse Conchi	Río Loa	2.822	7,61	0,17	684,91
Antes río Salado	Río Loa	3.358	10,33	0,3	843,85
Escorial	Río Loa	6.133	16,28	1,1	1.789,9
Sifón Ayquina	Río Salado	6.010	16,59	1,8	1.615,5
Pozo Chiu Chiu	Río Salado	5.988	16,91	0,57	1.908,6
Parshall N° 1	Río San Pedro	1.384	3,07	0,44	232,52

Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2015(b).

Cuenca del Salar de Atacama: Análogamente a la comuna de Calama, se procede a estudiar la comuna de San Pedro de Atacama, situada al Este de Calama y que forma parte de la misma provincia del Loa en la Región de Antofagasta.

Su capital es San Pedro de Atacama donde confluyen dos ríos, uno con el mismo nombre y el río Vilama. A diferencia de la comuna de Calama, no existen grandes embalses que regulen y almacenen el agua de estos dos ríos que desembocan directamente en el Salar de Atacama.

Los datos analizados de las estaciones de control y monitoreo del río San Pedro en Cuchabrache y Canal de Vilama en Vilama han aportado los resultados presentados en las tablas siguientes.

- Río San Pedro en Cuchabrache: El río San Pedro se forma de la confluencia de los ríos Jauna y Putana. El afluente principal del río San Pedro es el río Salado con un caudal promedio de 200 l/s, corre paralelo al río principal y muy próximo a él desde San Bartolo hasta su confluencia.
- Río Vilama en Vilama: El río Vilama tiene su hoya hidrográfica independiente del río San Pedro y sus nacientes algo más al sur y son esencialmente de origen termal.

Tabla 3-47 Niveles río San Pedro en Cuchabrache y río Vilama en Vilama

Estación de monitoreo	Conductividad	Boro	Arsénico total	Cloro
	µmhos/cm	mg/l B	mg/l As	mg/l Cl
Río San Pedro en Cuchabrache	3.103	2,51	0,21	763,3
Río Vilama en Vilama	2.686	11,03	0,58	567,7

Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2015(b).

La salinidad del agua es probablemente el criterio primordial de calidad de un agua para riego, pues determina en gran medida la disponibilidad del agua por la planta a través de su efecto osmótico y consiguiente disminución del potencial total en el suelo.

El concepto “fracción de lavado” (FL), desarrollado por el Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos (introduce un aporte suplementario de agua al riego en función de su salinidad y de las necesidades de drenaje requeridas para evitar el depósito de sales en los cultivos.

Para los suelos cuya textura oscila entre franco-arenosa y arcillosa la fracción de lavado en riego superficial, se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$FL = \frac{CE_{H2O}}{5CE_e - CE_{H2O}}$$

Siendo:

CE_{H2O} : conductividad eléctrica del agua de riego.

CE_e : conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo para un cultivo determinado, en función del grado de reducción de cosecha que se esté dispuesto a tolerar (valores tabulados).

Para hacer un cálculo estimativo de las necesidades de lavado en la zona de estudio, se han considerado los dos cultivos principales desarrollados en la zona: maíz y alfalfa.

Considerando una reducción asumible en la producción de un 25%, la sensibilidad a la salinidad (CE umbral) es de 5,2 dS/m para el maíz y de 5,4 dS/m para la alfalfa. En el caso del maíz, se han

tomado los valores establecidos para maíz forrajero, al ser éste más tolerante a la salinidad. De esta forma, se calcula la fracción de lavado necesaria en tres puntos como figura en la siguiente tabla:

Tabla 3-48 Cálculo de la fracción de lavado para diferentes zonas de estudio

Punto de estudio	Zona de riego	Ce H ₂ O (ds/m)	Fracción de lavado	
			Maíz	Alfalfa
Salida Conchi	Lasana/Chiu-Chiu	2,82	0,12	0,12
Escorial	Calama	6,13	0,31	0,29
San Pedro en Cuchabrache	San Pedro de Atacama	2,78	0,12	0,11

Fuente: Elaboración propia.

Los cálculos anteriores se han realizado para suelos de textura media y riego por inundación.

3.7.2 Evaluación de las Redes de Estaciones de Monitoreo

En este apartado se presenta, la evaluación de las redes de estaciones de monitoreo hidrometeorológico, calidad de aguas superficiales y subterráneas, en cuanto a cobertura y calidad de información.

Para la gestión eficiente de los recursos hídricos en la agricultura, se necesita información hidrológica que se genera a través de una red hidrométrica o hidrometeorológica. Una red hidrométrica, o también conocida como “red hidrológica”, es un conjunto de estaciones que proporcionan datos que permiten medir todas las variables del ciclo hidrológico (precipitaciones, características de los flujos superficiales y subterráneos, calidad de agua) para estudiarlo. En este sentido, los datos hidrológicos constituyen la información fundamental para diseñar y evaluar proyectos y estudios sobre los recursos hídricos, como, por ejemplo, embalses, sistema de abastecimiento de agua para diversos usos, sistemas de irrigación, estudios de cambio climático, modelos hidrológicos, entre otros.

3.7.2.1 Metodología

La metodología de trabajo de esta etapa consistió en el desarrollo de las siguientes actividades:

- Identificar la red de estaciones disponibles en la zona (ubicarlas geográficamente en la cuenca o zona de interés).
- Solicitud de información de las instituciones que disponen de estaciones de monitoreo.
- Clasificar las redes por entidad: Red de monitoreo pública/privada/investigación en caso de ser necesario.
- Clasificar o separar los tipos de redes de monitoreo (geográficamente) de acuerdo a su funcionalidad:
 - Meteorológica
 - Fluviométrica

- Piezométrica
 - Calidad de agua (superficial y subterránea)
- Clasificación de las series de datos disponibles en las estaciones de monitoreo.
 - Series Tipo I: aquellas series que presentan un registro de datos igual o superior a 30 años de datos (≥ 30 años).
 - Series Tipo II: aquellas series que presentan un registro de datos superior a 10 años de datos y menor que 30 (>10 y < 30 años).
 - Series Tipo III: aquellas series que presentan un registro de datos inferior a 10 años de datos (≤ 10 años).
 - Cuantificar las estaciones vigentes. En el texto se mencionarán las estaciones no vigentes y para el análisis se considerarán aquellas estaciones no vigentes que tienen datos de más de 2 años.
 - Realizar los mapas de cobertura de cada red de monitoreo. Indicar aquellas zonas que carecen de estaciones.
 - Evaluar la calidad de la información de cada estación (por tipo de red de monitoreo).
 - Proponer nuevas estaciones en aquellas zonas que presentan vacío de información.
 - Análisis de los datos de cada estación de forma mensual y anual. El alcance de este análisis es en función de los alcances del estudio y la disponibilidad de información.

3.7.2.2 Análisis de la Información Disponible por Cuenca y por Zona

Respecto a la distribución espacial, en la Región de Antofagasta existen diferentes redes de monitoreo de recursos hídricos, las cuales pertenecen a instituciones públicas, privadas y académicas. Sin embargo, los datos disponibles provienen de los registros de la red hidrometeorológica de la Dirección General de Aguas (DGA). En este contexto, se registraron un total de 105 estaciones de monitoreo vigentes DGA, las cuales no están repartidas de forma homogénea en la región, sino que se distribuyen de la siguiente manera (Anexo 11):

- 32 estaciones meteorológicas que se concentran en las cuencas: Salar de Atacama (5), Fronterizas Salar Michincha-R. Loa (2), río Loa (19), Costeras entre Q. la Negra y Q. Pan de Azúcar (2), Costeras R. Loa-Q. Caracoles (2), Quebrada Caracoles. Existen 5 cuencas que no cuentan con estaciones meteorológicas: Endorreicas Salar Atacama-Vertiente Pacífico; Quebrada la Negra; Costeras Q. Pan de Azúcar-R. Salado; Fronterizas Salares Atacama-Socompa; Endorreica entre Fronterizas y Salar Atacama.
- 31 estaciones fluviométricas. Dichas estaciones se concentran en las cuencas Salar de Atacama (9) y río Loa (22). No se registraron estaciones fluviométricas en el resto de las cuencas analizadas.
- 23 estaciones piezométricas. Estas estaciones o pozos de monitoreo (observación) vigentes se registraron en las cuencas río Loa (7) y Costeras entre Q. la Negra y Q. Pan de Azúcar (16). No se registraron estaciones piezométricas en el resto de las cuencas analizadas.

- 19 estaciones calidad de agua. Estas estaciones se concentran en las cuencas Salar de Atacama (3 superficiales y 1 subterránea), río Loa (13 superficiales) y Costeras R. Loa-Q. Caracoles (2 superficiales). No se registraron estaciones piezométricas en el resto de las cuencas analizadas.

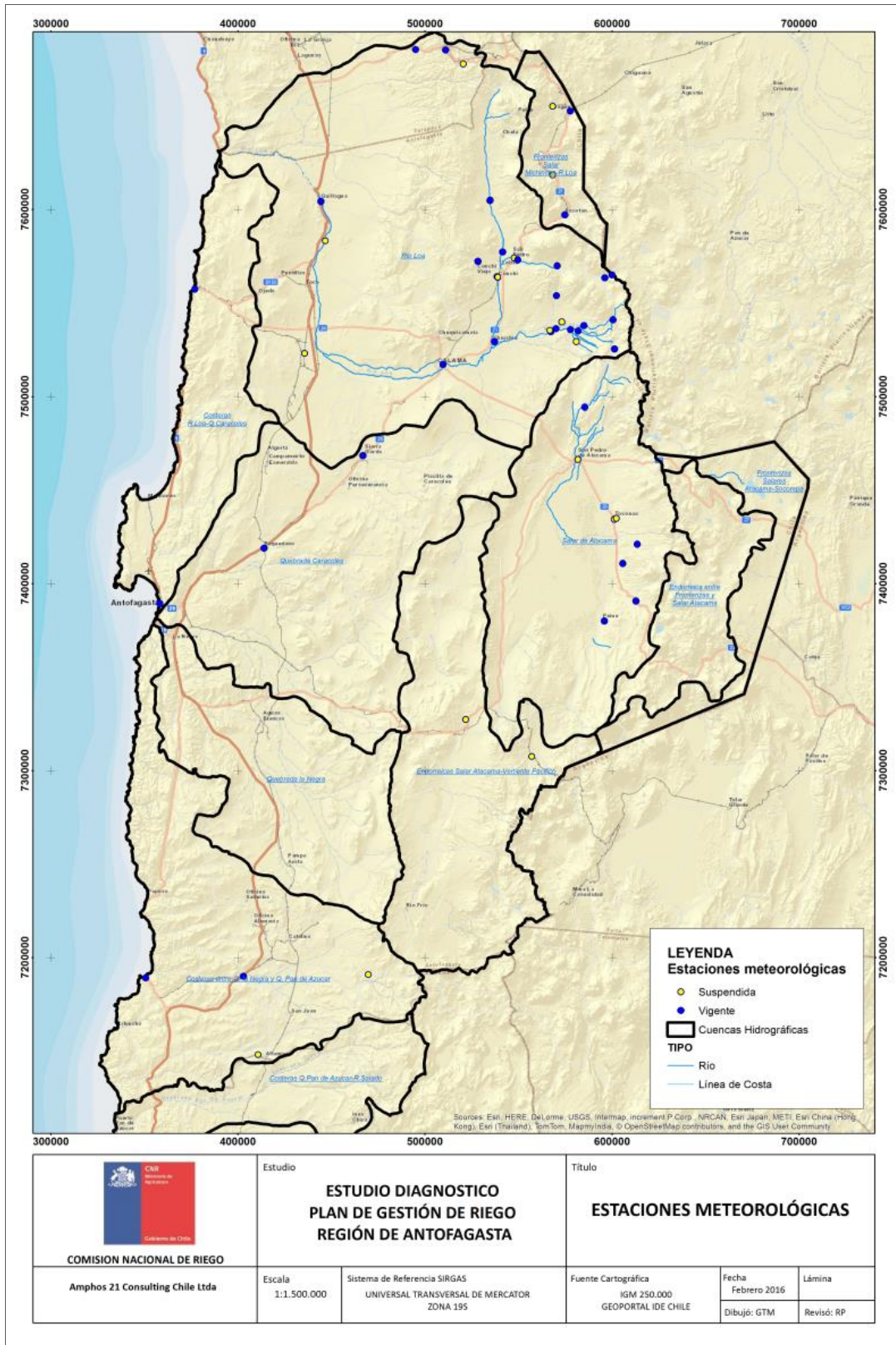
Generalmente, las estaciones meteorológicas de la DGA, sólo registran la precipitación, a excepción de algunas estaciones (El Lora, Cerro Moreno, Toconao y Taltal) que registran temperaturas, humedad relativa y presión atmosférica, radiación solar, rango óptico, viento, nubosidad y visibilidad. En este sentido, se puede mencionar que en la región se han identificado otras redes de monitoreo pertenecientes a la Dirección Meteorológica de Chile (en adelante DMC) y el MINAGRI (AGROMET-INIA), los que poseen estaciones con un registro de datos muy reciente. La DMC cuenta con dos estaciones meteorológicas (Taltal y Toconao), que tienen un registro de apenas tres años de datos (2013 al 2015). Asimismo, la Red AGROMET, del MINAGRI, cuenta con 7 estaciones de monitoreo (Ollagüe, Calama Rural, Chiu-Chiu, Caspana, San Pedro de Atacama, Toconao y Socaire) que tienen un registro de apenas 6 años de datos (2010-2015).

Por otro lado, las estaciones fluviométricas y piezométricas recogen los datos de caudal superficial y nivel de agua subterránea respectivamente, considerando, en la mayoría de las ocasiones, la calidad de las aguas en sus registros.

El registro pluviométrico más extenso se determinó en la estación meteorológica Calama (desde el año 1965) y los registros fluviométricos de la DGA, se iniciaron desde el año 1915, los cuales se suspendieron durante el periodo 1929-1946. Sin embargo, desde al 1947 la estación fluviométrica río San Pedro en Cuchabrache, ha venido registrando datos de caudal, convirtiéndose en la estación DGA con mayor registro de caudales en la región.

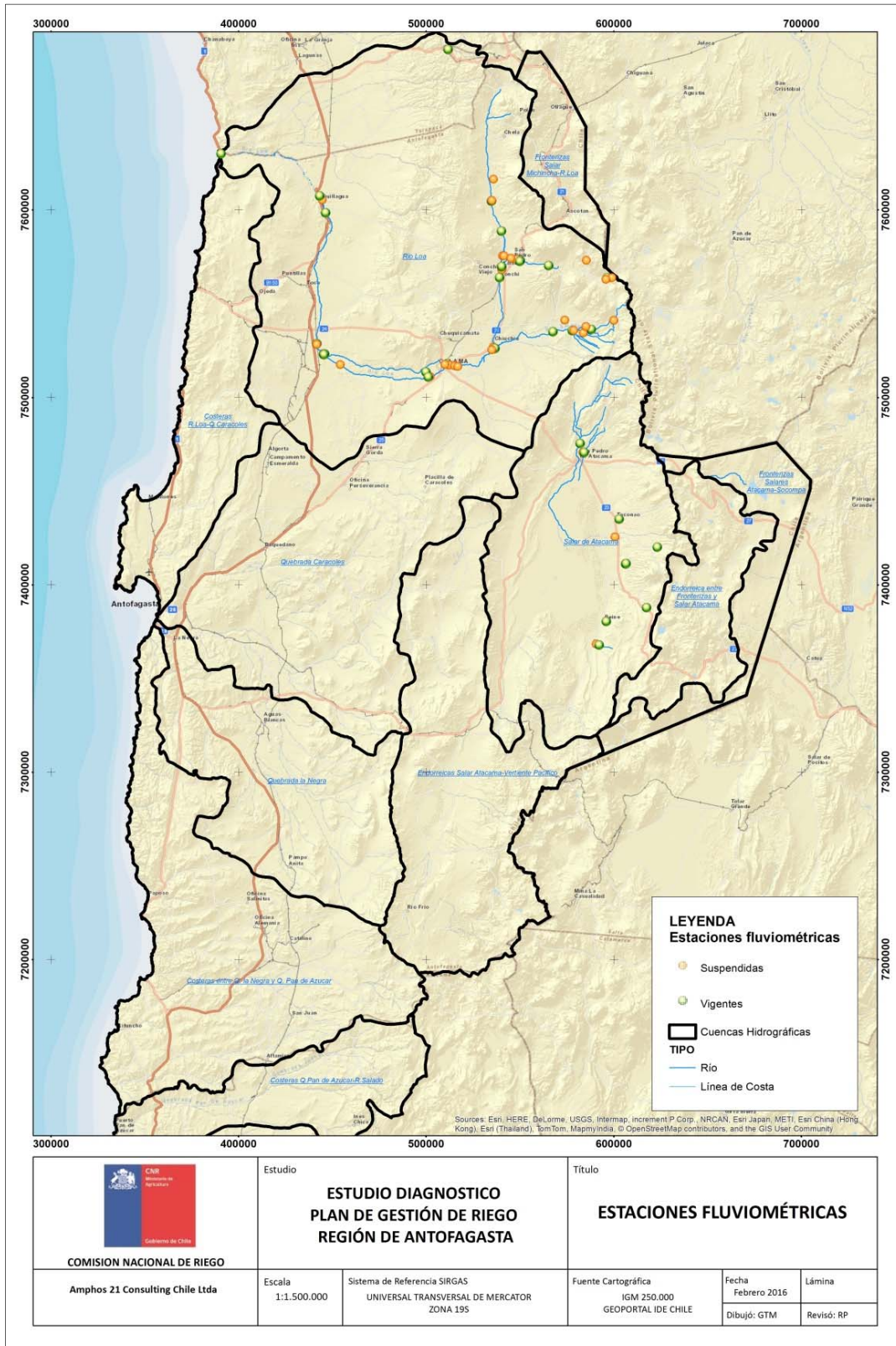
Los registros de nivel de agua subterránea, en la Región de Antofagasta, son muy recientes (a partir del año 1986), aunque sólo se ha registrado información en los acuíferos de las cuencas del río Loa y Costeras entre Q. la Negra y Q. Pan de Azúcar. La red de estaciones vigentes DGA se presenta en las figuras a continuación.

Figura 3-20 Mapa de estaciones meteorológicas vigentes, Red DGA



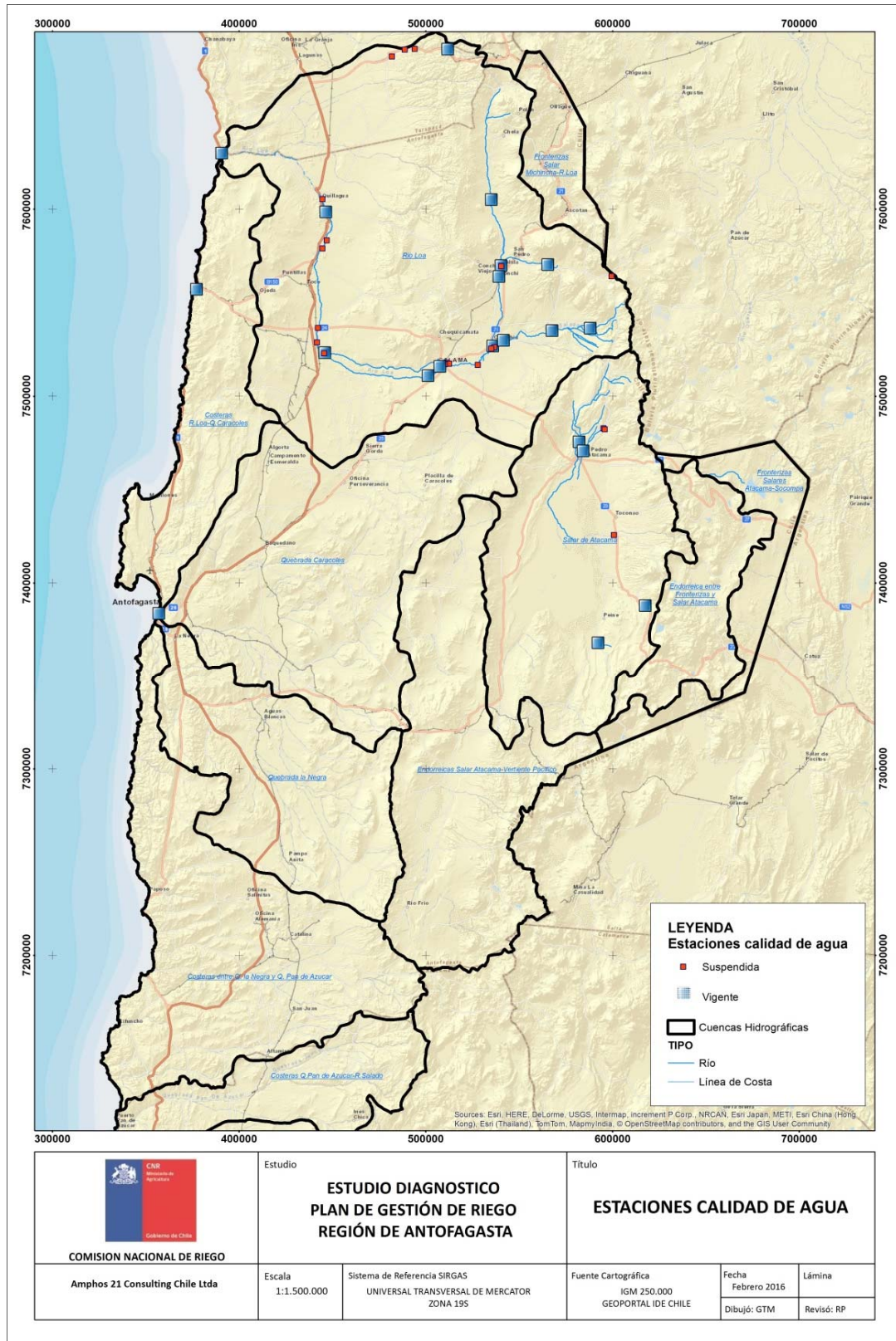
Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2015(b).

Figura 3-21 Mapa de estaciones fluviométricas vigentes, Red DGA



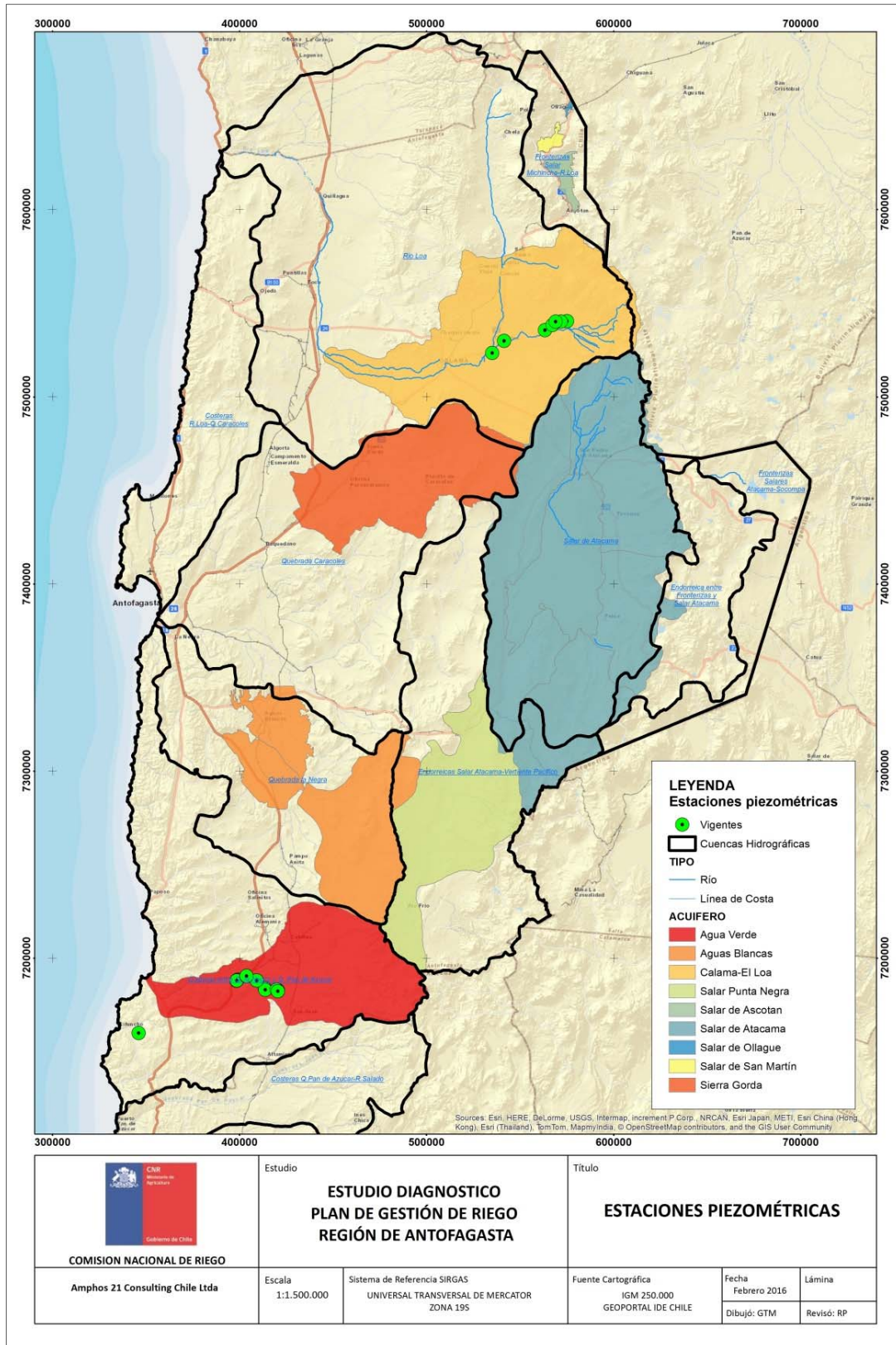
Fuente: Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2015(b).

Figura 3-22 Mapa de estaciones calidad de agua vigentes, Red DGA



Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2015 (b).

Figura 3-23 Mapa de estaciones piezométricas vigentes, Red DGA



Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2015 (b).

3.7.2.3 Calidad de la Información Disponible

En este apartado se presenta una valoración de la calidad de información disponible para las diferentes redes de monitoreo analizadas.

Red de monitoreo meteorológico: consta de un total de 56 estaciones, de las cuales 32 estaciones están vigentes, 18 suspendidas y 6 estaciones que se han instalados recientemente. De las 32 estaciones meteorológicas instaladas, un total de 24 estaciones tienen un registro igual o superior a 30 años de datos (serie tipo I), lo que permite realizar análisis estadísticos estacionales. Las restantes 8 estaciones vigentes tienen un registro de datos entre 15 y 29 años de datos (serie tipo II). Las estaciones meteorológicas abarcan una mayor cobertura espacial y temporal desde la década de 1970, siendo las últimas dos décadas las con mejor continuidad de los datos. Sin embargo, la poca cobertura espacial de estaciones dificulta la realización de un análisis de las precipitaciones en toda la región, ya que hay zonas o cuencas en las cuales no se cuenta con información meteorológica.

Red de monitoreo fluviométrico: consta de 38 estaciones de monitoreo, de las cuales 19 se encuentran vigentes y 19 suspendidas. Sólo 2 cuencas tienen estaciones fluviométricas (9 no tienen información). De las 19 estaciones vigentes existen un total de 11 estaciones que tiene un registro de datos igual o superior a 30 años (serie tipo I) y los 8 restantes los registros oscilan entre 4 y 29 años de datos (series tipo II y III). En esta red se encuentra la estación río San Pedro en Cuchabrache que presenta la mayor longitud de la serie de datos continua (65 años de datos). Las estaciones de esta red son representativas mostrando un aumento en la continuidad y cantidad de información registrada a lo largo de los años, lo que entrega mayor confiabilidad en los datos para calcular la disponibilidad de agua.

Red de monitoreo piezométrico: En la región se reconocen oficialmente seis Unidades Hidrogeológicas de Aprovechamiento (UHA): Salar de Atacama, Salar de Ascotán/Ollague/San Martín, Calama-El Loa, Sierra Gorda, Salar Punta Negra y Aguas Blancas. Son definidas mediante resolución administrativa y no responden necesariamente a los límites hidrogeológicos del acuífero. Existen un total de 23 pozos vigentes localizados en dos cuencas de la región y 21 que están suspendidos. El registro de datos de las estaciones piezométricas vigentes, es muy reciente, ya que la serie de datos oscila entre 3 y 29 años de datos (series tipo II y III). Existe una muy baja cobertura de estaciones piezométricas, ya que se han registrado información en dos UHA.

Red de monitoreo de calidad de agua: comprende un total 19 estaciones de monitoreo vigente (aunque existen una estación más que se desconoce su estado actual) y 18 estaciones suspendidas. De las 19 estaciones vigentes (18 superficiales y 1 subterránea) existen un total de 10 estaciones que cuentan con un registro de datos igual o superior a 30 años (serie tipo I) y el restante tiene un registro entre 9 y 25 años de datos (series tipo II y III). La red actual cubre un total de apenas 3 cuencas, o sea existen 8 cuencas que no son monitoreadas. Para las cuencas de mayor importancia hídrica como la cuenca del río Loa y Salar de Atacama la cobertura es buena y la información representativa. No obstante, para el resto de las cuencas tanto la cobertura como la calidad de información es insuficiente.

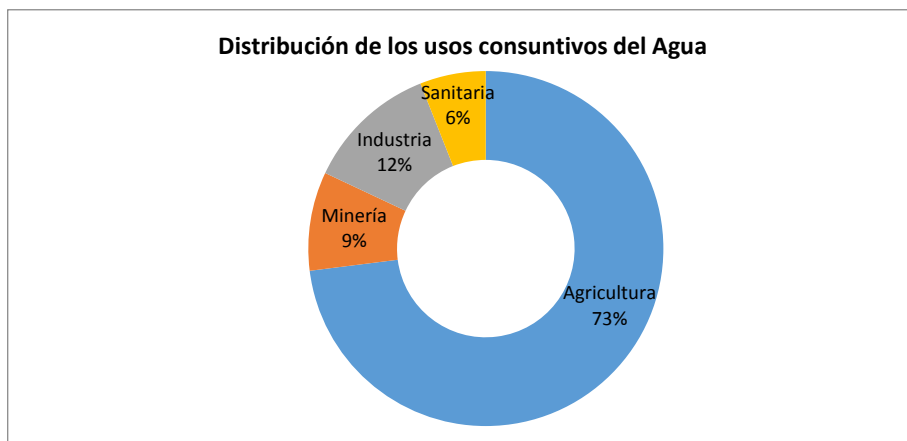
En el Anexo 11 se presenta una descripción más detallada de cada una de las redes de monitoreo considerando su cobertura, estado actual, disponibilidad y calidad de la información, además de otros datos de interés.

3.7.3 Descripción y Análisis Multisectorial del Recurso Hídrico

Este capítulo describe los usos del agua de diversos sectores económicos a partir de la caracterización de las demandas por el uso, reconociendo que el agua es un recurso estratégico para la mayoría de los sectores productivos del país.

Según la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012 -2015 realizada por el MOP (2012), el principal uso consuntivo dado para el agua, dentro del territorio nacional, es la Agricultura con un 73%, seguido por la Minería con un 9% (Ver gráfico).

Figura 3-24 Distribución de usos del agua



Fuente: Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012 – 2025.

3.7.3.1 Sector Agricultura

El sector conformado por las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, representa un 73% de las extracciones consuntivas de agua dentro del territorio nacional (MOP, 2012) lo que permite el riego de 1,1 millones de ha, localizadas principalmente en la región de Coquimbo y Los Lagos. El sector agrícola dispone del 12% de la fuerza de trabajo en Chile (ODEPA, 2014), proporcionando alrededor de 700.000 empleos permanentes.

El desafío del agua en este sector está representando principalmente por el aumento de la eficiencia en el uso, lo que se traduce en una tecnificación del riego y en ejecución de obras de conducción y almacenamiento de aguas. En este contexto, se hace importante mencionar que el riego tecnificado permite reducir el consumo de agua por ha en hasta un 50% según datos entregados por el MOP.

Este apartado busca presentar el uso del agua agrícola de la Región de Antofagasta para entregar una visión general del recurso hídrico en la región (según los datos entregados por la DGA al año 2015). En el contexto agrícola, es importante destacar que no todos los suelos de la región son

aptos para realizar cultivos. Un estudio realizado por Ayala y Cabrera (CNR, 2003), describe los sectores de riego presentes en la región, los cuales se encuentran en las cercanías de los oasis, Ayllu y, en menor medida, cercano a los centros urbanos (Tabla 3-49).

Tabla 3-49 Sectores de riego en la Región de Antofagasta

Sectores de riego	Comuna
Alto del río Loa	San Pedro de Atacama
	Calama
Ollagüe	Ollagüe
Antofagasta	Antofagasta
Bajo del río Loa	María Elena
	Tocopilla

Fuente: CNR, 2003.

De acuerdo a información obtenida durante el último Censo Agropecuario (ODEPA, 2007), se tiene que las mayores cantidades de ha regadas se encuentran en el sector de Alto Loa, sector que presentaría la mayor eficiencia de riego. A la vez existen otros factores que tienen una gran influencia en la actividad agrícola, los cuales se encuentran directamente relacionados con los asentamientos de pueblos indígenas que continúan practicando la agricultura. En este contexto en la zona descrita con anterioridad es la que presenta mayor presencia de agricultura indígena, encontrando la presencia de los pueblos: atacameños en primer lugar seguida por la etnia aymara y diaguita (ODEPA, 2011). En la tabla siguiente se observa la superficie utilizada para cada cultivo por provincia y comuna dentro de la región.

Tabla 3-50 Superficie regada por grupo de cultivo, según provincia y comuna

Provincia	Comuna	Explotaciones (ha)	Cereales, leguminosas y tubérculos	Cultivos Industriales	Hortalizas	Flores	Frutales, huertos caseros y Viñas	Viveros y semilleros	Plantas forrajeras	Plantaciones forestales
Antofagasta	Antofagasta	188	0,01	0	17	1	4	1	0,02	0,4
	Mejillones	1	0	0	0,02	0	0,04	0,02	0	0
	Sierra Gorda	16	0	0	0	0	0,2	0	0	3,2
	Taltal	106	0	0,005	0,2	0	9	0	1	0,2
El Loa	Calama	99.086	123	0,1	208	4	4	11	337	83
	Ollagüe	39.204	1	0	1	0	0	0,01	1	0
	SPA	235.882	56	0	123	0,1	141	1	751	123
Tocopilla	María Elena	49	1	0	0,6	0	0	0	7	2
Total		374.407	190	0,2	350	5	157	14	1.097	212

Fuente: Elaboración propia basada en ODEPA, 2007.

Se destaca que la mayor cantidad de superficie regada es la Provincia del El Loa, en donde se encuentran las comunas de Calama, Ollagüe y San Pedro de Atacama, representando el 99,93% del total regional.

Tabla 3-51 Superficie regada en explotaciones agropecuarias

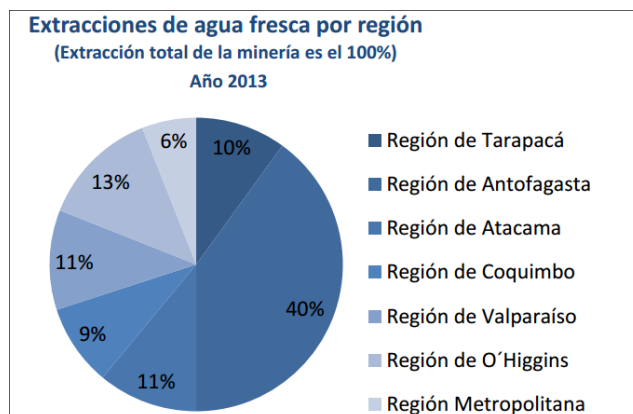
Región, provincia Y comuna	Total superficie regada (ha)	Sistemas de riego		
		Riego gravitacional	Mecánico mayor	Microriego
		Total superficie (ha)	Total superficie (ha)	Total superficie (ha)
II de Antofagasta	2.293,76	2.248,52	26,93	18,31
Antofagasta	36,35	2,31	21,58	12,46
Antofagasta	22,87	0,87	20,58	1,42
Mejillones	0,08	0,04	0,03	0,01
Sierra Gorda	3,36	0,00	0,00	3,36
Taltal	10,04	1,40	0,97	7,67
El Loa	2.245,28	2.234,08	5,35	5,85
Calama	775,79	773,13	1,30	1,36
Ollagüe	4,08	4,03	0,05	0,00
San Pedro de Atacama	1.465,41	1.456,92	4,00	4,49
Tocopilla	12,13	12,13	0,00	0,00
Tocopilla	0,00	0,00	0,00	0,00
María Elena	12,13	12,13	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia basada en ODEPA, 2007.

3.7.3.2 Sector Minero

De acuerdo a la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012 – 2015, el consumo de agua de la minería representa un 9% de la demanda nacional. Es importante destacar que esta actividad representa el primer sector económico del país en términos de contribución al PIB. Entre los años 2006 y 2013 el aporte del sector minero al PIB nacional representó el 13%, lo que representa el 59,7% de las exportaciones totales de Chile. Además, la minería aporta un 14% de los ingresos fiscales al país. En términos geográficos, esta la minería se ubica principalmente en el norte de Chile, zonas que viven un estrés hídrico importante, y donde se prevén demandas en los próximos 25 años del orden del 200% (MOP; 2012).

Figura 3-25 Extracciones de agua fresca por región



Fuente: Cochilco, 2015.

De acuerdo a la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO, 2015), la gran minería del cobre se localiza en la Región de Antofagasta, por esta razón adquiere relevancia presentar los sectores de la minería del cobre, que poseen demanda del recurso hídrico. El consumo de agua de la minería se encuentra subdividido en varios usos: agua mina, procesamiento de concentrados, lixiviación y obtención de cátodos, fundición y refinación y otros. Las principales empresas de la gran minería, en la Región de Antofagasta, se encuentran presentadas en la tabla siguiente:

Tabla 3-52 Empresas mineras y su producción al 2013

Empresa	Minas	Productos	Producción 2013	Descripción
Anglo American	Doña Inés de Collahuasi	Concentrado y cátodos de cobre; concentrado de molibdeno.	444.509 ton de cobre fino y 2.992 ton de molibdeno.	La empresa basa su operación en la explotación a rajo abierto de tres yacimientos Rosario, Ujina y Huinquintipa.
	Mantos Blancos	Concentrado y cátodos de cobre	54.600 ton de cobre fino.	Mina a cielo abierto ubicada a 800 m.s.n.m.
Antofagasta Minerals	Centinela	Cátodos de cobre y onzas de oro.	Mineras El Tesoro y Esperanza produjeron en conjunto 277.500 ton de cobre fino en cátodos y concentrado.	Como parte del esfuerzo por asegurar su crecimiento futuro de forma más eficiente, Antofagasta Minerals creó en julio de 2014 Minera Centinela, la cual es el fruto de la integración de Minera El Tesoro y Minera Esperanza.
	Michilla	Cátodos de cobre.	38.300 ton de cobre fino en cátodos.	Actualmente, la compañía explota la mina subterránea Estefanía y los rajos Lince y Núcleo, y recibe mineral de terceros que tienen operaciones en la zona.
Barrick	Zaldivar	Cátodos de cobre.	s/i.	Mina de cobre a cielo abierto ubicada a 3.000 m.s.n.m.
BHP Billiton	Spence	Cátodos de cobre.	224.426 ton de cobre fino.	Mina de cobre a cielo abierto. En operación desde 2006.
	Escondida	Concentrado y cátodos de cobre.	1.193.680 ton de cobre fino.	Mina de cobre a cielo abierto.
CODELCO	Chuquicamata	Cátodos electrorrefinados y electroobtenidos, y concentrado de cobre.	339.012 ton métricas de cobre fino.	Complejo minero a cielo abierto, ubicado a 2.870 m.s.n.m., en Calama.
	Ministro Hales	Cátodos electrorrefinados y electroobtenidos.	33.572 ton métricas de cobre fino.	Mina a rajo abierto, ubicada en Calama.
	Gabriela Mistral	Cátodos electrorrefinados.	128.170 ton métricas de cobre fino.	Mina a rajo abierto, ubicada a 2.660 m.s.n.m., en Calama.
	Radomiro Tomic	Cátodos electroobtenidos.	379.589 ton métricas de cobre fino.	Mina a cielo abierto, ubicada a 3.000 m.s.n.m., en Calama.
	El Abra	Cátodos de cobre.	155.670 ton de cobre fino.	Mina de cobre a cielo abierto.
KGHM	Sierra Gorda	Concentrado de cobre, además de molibdeno y oro como subproductos.	130.000 ton anuales de cobre fino.	El proyecto Sierra Gorda se ubica a 60 km de Calama y a 1.626 m de altitud. Será uno de los mayores productores de molibdeno del mundo.
Yamana Gold	El Peñón	Oro y plata de alto grado.	338.231 onzas de oro y 6.464.623 de onzas de plata.	Mina subterránea, ubicada 165 km al sureste de Antofagasta.
Glencore	Lomas Bayas	Cátodos de cobre.	74.000 ton de cobre en cátodos.	Mina de cobre a cielo abierto, ubicada 120 km al este del puerto de Antofagasta.
	Altonorte	Ánodos de cobre y ácido sulfúrico.	309.000 ton de ánodos de cobre.	Complejo metalúrgico que procesa materiales de terceros. Produce y comercializa ánodos y ácido sulfúrico.

Fuente: Consejo Minero, 2013.

3.7.3.3 Sector Sanitario

Este sector representa el 6% de los derechos de aguas consuntivos del país, los cuales son utilizados para la producción de agua potable, transporte y tratamiento de las aguas residuales generadas por la población. El crecimiento demográfico en todo el territorio, junto a la disponibilidad de agua para la población, son un tema prioritario para la nación. En particular, en el norte del país, la aridez condiciona la disponibilidad del recurso.

De acuerdo con los datos presentados en el último Informe Anual de Coberturas Urbanas y Servicios Sanitarios realizados por el SISS (2014), se tiene que la población abastecida con agua potable alcanza el 100%, teniendo una cobertura de alcantarillado de 99,7% y una cobertura de tratamiento de aguas servidas del 100%.

Tabla 3-53 Clientes abastecidos por tipo de inmueble y tipo de servicio 2014

Empresa	Clientes según destino inmueble						Clientes según tipo de servicio		
	N° Clientes	Residencial	Comercial	Industrial	Institucional	Otro	Agua potable	Alcantarillado	AP-AS
Aguas de Antofagasta, TRATACAL, Econsa	163.040	157.420	4.360	251	641	368	565	-	162.475

Fuente: Elaboración propia a partir de SISS, 2014.

Tabla 3-54 Coberturas en N° de inmuebles, población y porcentaje en centros urbanos

Localidad	Población urbana saneada ALC	Clientes residenciales de alcantarillado	Inmuebles cuyas aguas servidas recolectadas recibe tratamiento	Población urbana cuyas aguas servidas recolectadas recibe tratamiento	Cobertura Clientes TAS/Clientes ALC (1)
Calama	171.184	40.809	40.809	171.184	100,00%
Mejillones	11.780	2.933	2.933	11.780	100,00%
Taltal	10.528	3.153	3.153	10.528	100,00%
Tocopilla	31.236	8.688	8.688	31.236	100,00%
Total	605.790	157.028	157.028	605.790	100,00%

Fuente: Fuente: Elaboración propia a partir de SISS, 2014.

3.7.3.4 Sistemas de Agua Potable Rural (APR)

La Región de Antofagasta ve afectada su dinámica hídrica debido a las características geográficas del territorio. Esto divide la región en tres áreas principales, el sector Costa, sector Pre cordillera, y sector Oasis de Quillagua.

Tabla 3-55 Sistemas de APR

Territorio	Comuna	Localidad	Zona
Costa	Taltal	Paposo	Zona 5
		Cifuncho	Zona 5
	Tocopilla	Caleta Buena	-
		Caleta Punta Arenas	-
Precordillera "Área de Desarrollo Indígena"	Calama	Chunchuri	Zona 2
		Lasana	Zona 2
		Lasana	Zona 2
		Cupo	Zona 2
		Toconce	Zona 2
		Ayquina	Zona 2
		Turi	Zona 2
		Caspana	Zona 4
Precordillera	Ollagüe	Ollagüe	Zona 2
Precordillera "Área de desarrollo Indígena Atacama La Grande"	San Pedro de Atacama	Socaire	Zona 1
		Talabre	Zona 1
		Toconao	Zona 1
		Machuca	Zona 1
Oasis de Quillagua	María Elena	Quillagua	Zona 3

Fuente: DOH, 2012.

En la Tabla siguiente se señala la ubicación de los APR y el detalle por comuna, con el N° de arranques y beneficiarios.

Tabla 3-56 Sistemas de APR por comuna y localidad

Comuna	Sistema APR	N° de Arranques	N° de Beneficiarios
Calama	Chunchuri	68	206
	Caspana	160	644
	Ayquina y Turi	115	115
	Lasana	140	430
	Chiu Chiu	470	1400
	Yalquincha	45	120
San Pedro de Atacama	Rio Grande	38	116
	Toconao	365	732
	Socaire	90	286
	Peine	130	522
María Elena	Quillagua	115	115
Tocopilla	Caleta Buena	80	250
Taltal	Caleta Paposo	145	570

Fuente: Fuente: DOH, 2012.

La figura 3-26, representa los APR establecidos en la región y que son presentados a continuación:

- APR San Pedro de Atacama (Z4): El servicio cuenta con 1.402 arranques. El tratamiento de agua cruda es a través de una planta de Osmosis Inversa, cuya configuración la constituyen 4 módulos, dos de ellos con capacidad de permeado de 200 m³/día cada uno, tercer y

cuarto módulo con capacidad de permeado de 450 m³/día. El abastecimiento es a través de pozo profundo, denominado Vilama B-1, con derecho de aprovechamiento máximo de 40 l/s, de los cuales sólo se utilizan 30 l/s aproximadamente. El sistema de abastecimiento, ha sido complementado con un nuevo pozo auxiliar, denominado Vilama B – 2, habilitado y en operación. El servicio cuenta con directorio vigente y en proceso de transformación a Cooperativa.

- APR Toconao (Z1): Servicio ubicado a 142 km al S.E. de Calama, localidad que pertenece a la comuna de San Pedro de Atacama. Cuenta con 340 arranques, y una población de alrededor de 750 habitantes. El abastecimiento es a través de la aducción Silapeti. La buena calidad desde el punto de vista químico permite que sólo requiera un sistema de desinfección. Sin embargo, el servicio es vulnerable al periodo estival, debiendo inyectar agua desde la aducción Vilaco que se encuentra fuera de norma. Actualmente las condiciones han mejorado notablemente y en corto plazo las mejoras deberán ser definitivas y óptimas, dado a que se está ejecutando un proyecto el que se encuentra en su fase final que considera un ítem de agua potable y otro de alcantarillado, en agua potable se consideró una doble sectorizando los consumos, la nueva red es aducción Silapeti, agua potable, la red antigua aducción Vilaco será para riego de huertos y jardines según las costumbres del pueblo. Los derechos de agua de vertiente Silapeti de propiedad de la comunidad son 3,5 l/s. El directorio se encuentra vigente.
- APR Socaire (Z4): Servicio ubicado a 187 km al S.E. de Calama, pertenece a la comuna de San Pedro de Atacama. Cuenta con 90 arranques y una población cercana a las 300 habitantes. El sistema de tratamiento es sólo cloración, el abastecimiento es de la vertiente Nacimiento ubicada a 40 km, hacia la cordillera. Los derechos de agua de vertiente nacimiento son de propiedad de la comunidad (2 l/s). El agua no es de muy buena calidad desde el punto vista física, química y bacteriológica. Actualmente está en vías de licitación proyecto de agua potable y alcantarillado El directorio se encuentra vigente.
- APR Caspana (Z4): Ubicada a 90 km de Calama, localidad de la comuna de Calama. Cuenta con 95 arranques y cuenta con una población alrededor de 353 habitantes. El sistema de tratamiento es sólo a través de cloración. Los derechos de agua, 2 l/s, provenientes de la vertiente Caulor son de propiedad de la comunidad. La localidad cuenta con un diseño de agua potable y alcantarillado que se encuentra en etapa de revisión. El directorio se encuentra en proceso de regularización.
- APR Lasana (Z4): Ubicada a 43 km, de la comuna de Calama. Cuenta con 98 arranques y una población cercana a los 210 habitantes. Cuenta con una planta de abatimiento de Arsénico. El directorio se encuentra vigente.
- APR Chiu Chiu (Z2): Ubicada a 37 km de Calama. Cuenta con 163 arranques y una población de 770 habitantes. Esta localidad cuenta con una planta de abatimiento de Arsénico, la cual abastece además a la comunidad de Lasana. Los derechos de agua son cedidos por parte la empresa estatal Codelco Norte, a través de la aducción Linzor, 2 l/s, para ambas comunidades. El directorio se encuentra vigente.

Figura 3-26 Ubicación servicios de APR



Fuente: DIRPLAN, 2011.

- APR Peine (Z1): Ubicado a 100 km de la comuna de San Pedro de Atacama y 210 km al NE de la ciudad de Calama. Cuenta con 155 arranques y una población de 600 habitantes.
- El sistema de agua potable lo constituye: Estanque de regulación de 300 m³ aprox., Clorador Dosmatic, red nueva de agua potable. La red de agua potable instalada entre el año 2004 – 2005, no cumple con los parámetros de presiones, por lo que ya se estructuró un nuevo proyecto para su recambio. El abastecimiento proviene de vertientes ubicadas a 40 km hacia la cordillera, con derechos de aprovechamientos de propiedad de la comunidad sobre los 30 l/s, de los cuales sólo 2 l/s aproximadamente es para el abastecimiento de agua potable. Actualmente en conjunto con el directorio APR se está

gestionando la puesta en marcha de sistema de cloración debiendo asumir un costo en materiales por los socios de la comunidad y la intervención será en conjunto con la DOH para mejorar su configuración. La localidad además posee red de colectores y planta TAS. El directorio se encuentra vigente.

- APR Río Grande (Z4): Ubicado a 80 km de la comuna de San Pedro de Atacama. Cuenta con 30 arranques aprox., y una población de 100 habitantes. El sistema de agua potable es más bien artesanal, por esta razón se estructuró un diseño de agua potable que se encuentra inserto dentro de un convenio de programación 2008 – 2012. Actualmente la comunidad se abastece desde el río vertiente El Estero que pasa a un costado del pueblo. El directorio se encuentra vigente.
- APR Quillagua (Z3): Ubicado a 90 km de la comuna de María Elena, Provincia de Tocopilla, cuenta con 120 arranques y una población de 150 habitantes. El sistema de agua potable está constituido por: 3 estanques de regulación (dos de 25 m³ y uno de 50 m³) y una red antigua. El abastecimiento es a través de camiones aljibes desde la Ilustre Municipalidad de María Elena. Recientemente se realizó un proyecto de emergencia que considero mejorar e implementar, sistema de descarga y distribución en estanques de regulación, extensión de red, implementación de cámaras para el acuartelamiento, en conjunto con ello se dictará capacitación para un mejor manejo operacional. El directorio se encuentra vigente.
- APR Ollagüe (Z2): Ubicado a 200 km de la comuna de Calama. Cuenta con 75 arranques y una población de 160 habitantes. El sistema de agua potable lo constituye: Estanque de regulación de 50 m³ aprox., sistema de desinfección eléctrico, clorador, red de agua potable, captación, proyecto ejecutado año 2004, cambio punto de captación y sistema de abastecimiento eléctrico año 2009. El abastecimiento proviene de vertiente Escalera ubicada aguas arriba de quebrada El Inca, los derechos de aprovechamientos son de propiedad de la comunidad. La comunidad no posee directorio ya que es el municipio el encargado de administrar el sistema.

3.7.3.5 Sector Energía

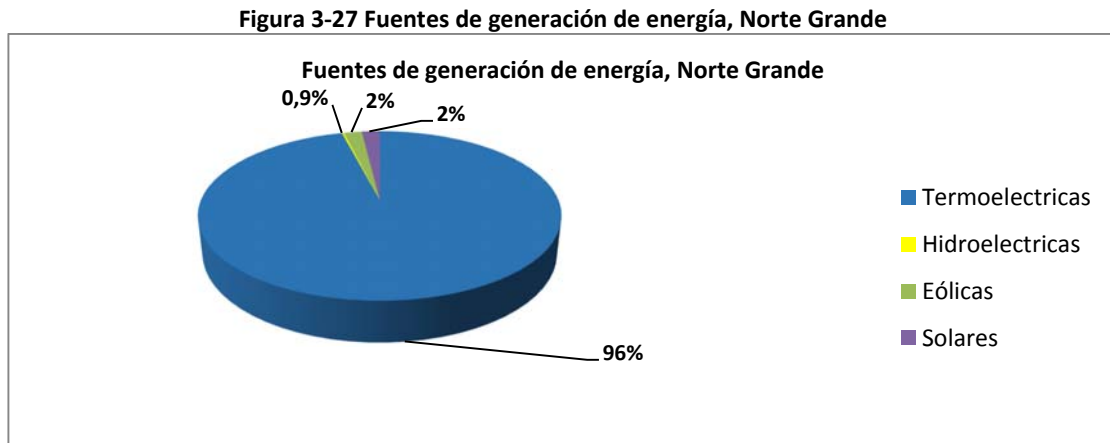
El sector energía, que hace un uso no consuntivo del agua, ha crecido fuertemente fruto del continuo desarrollo de la economía nacional.

Este sector cuenta con una potencia instalada de aproximadamente 17.000 MW, del cual el sector hidroeléctrico representa un 34%. El componente hidroeléctrico de la matriz deberá crecer sostenidamente, siendo la principal fuente de generación eléctrica de Chile, en las próximas décadas. Tomando en cuenta la tendencia de crecimiento económico, al año 2020 se proyecta un aumento en el consumo eléctrico, en torno a 6% o 7%, lo que requerirá aumentar la oferta de electricidad (Capital Solar, 2014). Dado el enorme potencial hidroeléctrico que tiene Chile, particularmente desde la Región del Maule hacia el sur, se plantea utilizar en forma preponderante este tipo de energía.

El mercado energético del país se divide en tres tipos de actividades, que son la generación, transmisión y distribución de energía, siendo la generación la que podría determinar una

demanda de agua importante. Las principales fuentes de generación de energía dentro del país son la hidráulica, la termoeléctrica y el gas natural. La demanda energética de la ciudad de Antofagasta está asociada principalmente a tres sectores: comercial, residencial, público e industrial.

De acuerdo a información obtenida en el diagnóstico energético, se observa que la distribución del consumo eléctrico de la ciudad de Antofagasta está concentrada principalmente en el sector industrial, seguido del sector residencial, comercial y, finalmente, del sector público. Por otro lado, el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) posee una potencia instalada de generación de 4.785 MW, de los cuales un 95,6% corresponde a centrales termoeléctricas, un 0,2% a centrales hidroeléctricas³, un 1,9% a centrales eólicas, y un 1,9% a centrales solares. En conjunto ambos sistemas eléctricos poseen una capacidad total de generación de 19.966 MW, lo que corresponde a más del 99% de la capacidad instalada en todo el país (Generadores de Chile AG).



Fuente: Elaboración propia a partir de SING, 2015.

La generación de energía producida en la Región de Antofagasta tiene su principal fuente en la generación a través de las centrales termoeléctricas, y está destinada principalmente para abastecer el consumo minero (CDEC – SING, 2015).

Por otro lado, las termoeléctricas necesitan de una gran cantidad de agua para su funcionamiento. En este contexto, se expone en la tabla siguiente, las principales fuentes de utilización de agua de las termoeléctricas de la Región de Antofagasta.

³ Existen dos centrales hidroeléctricas dentro del SING sin embargo éstas no se encuentran en la Región de Antofagasta.

Tabla 3-57 Fuente de utilización de agua de las centrales del SING

Central	Tipo	Fuente del recurso
Termoeléctrica Andina	Térmica	Agua de Mar
Termoeléctrica Angamos	Térmica	Agua de Mar
Diésel Mantos Blancos	Térmica	Sin Información
Diésel Tamaya	Térmica	Sin Información
Termoeléctrica Tocopilla	Térmica	Agua de Mar
Atacama	Térmica	Agua de Mar
Termoeléctrica Hornitos	Térmica	Agua de Mar
Termoeléctrica Norgener	Térmica	Agua de Mar
Diésel Antofagasta	Térmica	Sin Información
Termoeléctrica Taltal	Térmica	Agua de Mar

Fuente: CDEC – SING, 2015.

3.7.3.6 Sector Industrial

De acuerdo con los datos entregados por la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, este sector productivo utiliza un 12% de los usos consuntivos, con lo que se genera un 34% de las exportaciones de Chile. Cada sector industrial representa una realidad diferente, en cuanto demanda de agua se refiere, por esta razón la determinación de demanda se logra sobre la base de estimación del crecimiento de cada sector. Es importante mencionar que el uso industrial está incluido en el uso potable.

La principal actividad económica de la Región de Antofagasta es la minería, que representa casi el 60% de la actividad económica regional y aporta el 30% de las exportaciones del país. Como se mencionó anteriormente, la minería es un rubro que necesita grandes cantidades de agua para su funcionamiento por lo que provoca una seria competencia por este recurso con la agricultura de riego.

El uso multisectorial identificado en el área de estudio potencia la generación de conflictos en relación a la disponibilidad de agua para el riego. En este contexto, existen 2 categorías de conflictos potenciales:

- Disponibilidad del recurso hídrico.
- Medioambientales.

Se debe mencionar que el balance hídrico a nivel regional es negativo $-22 \text{ m}^3/\text{s}$ (DGA, 2011), por lo cual los conflictos se encuentran latentes en todas las zonas en estudio.

3.7.4 Calidad de Aguas y Relación con Normas de Uso para Riego

Para obtener una relación de la calidad de agua de la región y su potencial destino para riego es necesario identificar el tipo de agua existente en la zona, a través de una serie de estaciones de monitoreo de calidad del agua de la DGA y las exigencias establecidas en la actual normativa asociada.

3.7.4.1 Límites Máximos Admisibles NCh 1333

Las características del agua para el riego están normadas de acuerdo a requerimientos referidos al aspecto físico, químico y biológico. Es sabido que estos requerimientos de calidad del agua dependerán según sea el uso que se le otorgue y están definidos en la NCh 1333 Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos.

Para el caso del riego se describen requisitos químicos como:

- pH, que debe estar comprendido por valores entre 5,5 y 9,0.
- Elementos Químicos, en la tabla siguiente, se definen los valores máximos de ciertos elementos químicos contenidos en el agua.

Tabla 3-58 Límites máximos permitidos NCh 1333

Elemento	Unidad	Límite máximo
Aluminio (Al)	mg/l	5
Arsénico (As)	mg/l	0,1
Bario (Ba)	mg/l	4
Berilio (Be)	mg/l	0,1
Boro (B)	mg/l	0,75
Cadmio (Cd)	mg/l	0,01
Cianuro (CN)	mg/l	0,2
Cloruro (Cl)	mg/l	200
Cobalto (Co)	mg/l	0,05
Cobre (Cu)	mg/l	0,2
Cromo (Cr)	mg/l	0,1
Fluoruro (F)	mg/l	1
Hierro (Fe)	mg/l	5
Litio (Li)	mg/l	2,5
Litio (cítrico) (Li)	mg/l	0,08
Manganeso (Mn)	mg/l	0,2
Mercurio (Hg)	mg/l	0,001
Molibdeno (Mo)	mg/l	0,01
Niquel (Ni)	mg/l	0,2
Plata (Ag)	mg/l	0,2
Plomo (Pb)	mg/l	5
Selenio (Se)	mg/l	0,02
Sodio porcentual (Na)	%	35
Sulfato (So ₄ =)	mg/l	250
Vanadio (V)	mg/l	0,1
Zinc (Zn)	mg/l	2

Fuente: INN, 1987.

- Conductividad específica y sólidos disueltos totales (SDT), se clasifican tipos de agua de acuerdo a estas componentes. La tabla siguiente, indica la clasificación dada para las aguas de riego.

Tabla 3-59 Clasificación de aguas según CE y SDt

Clasificación	Conductividad específica, c, $\mu\text{mhos/cm}$ a 25°C	Sólidos disueltos totales, s, mg/l 105°C
Agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales	$c \leq 750$	$s \leq 500$
Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles	$750 < c \leq 1.500$	$500 < s \leq 1.000$
Agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos	$1.500 < c \leq 3.000$	$1.000 < s \leq 2.000$
Agua que puede ser usada para plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos	$3.000 < c \leq 7.500$	$2.000 < s \leq 5.000$

Fuente: INN, 1987.

- Herbicidas, para el caso de este pesticida la autoridad competente se deberá pronunciar de acuerdo sea el caso de utilización de agua.

Por otra parte, la normativa presenta requisitos bacteriológicos para las aguas que serán destinadas al riego de cultivos de verduras y frutas que se desarrollan a ras de piso. El indicador universal para detectar contaminaciones de tipo fecal son los coliformes fecales. Para ello se ha establecido un valor límite de 1.000 coliformes fecales/ 100 ml.

3.7.4.2 Análisis de Calidad de Aguas

En la Región de Antofagasta, la DGA registra un total de 41 estaciones de monitoreo de calidad de agua, ya sea de agua potable, río, tranque, pozo, estero y canal. Del total de las estaciones 34 se encuentran vigentes y sólo 7 están suspendidas, y estas estaciones se subdividen a través de cinco cuencas: río Loa, Salar de Atacama, Quebrada Caracoles, Costeras río Loa – Quebrada Caracoles y Fronterizas Salar Michincha - río Loa.

Para el estudio del Plan de Riego, se analizó la información de las cuencas que están dentro del alcance del Plan, que corresponden a la Cuenca del río Loa y Cuenca Salar de Atacama.

El criterio de la selección de las cuencas está dado por la distribución espacial de las estaciones, a lo largo de la cuenca del Loa, además de trabajar con estaciones vigentes actualmente. Las estaciones son las siguientes:

- Río Loa antes represa Lequena.
- Río San Pedro Inacaliri Parshall 1.
- Río Loa antes Junta río Salado.
- Pozo Chiu Chiu.
- Agua Potable Calama.
- Río San Salvador antes río Loa.
- Río Loa en Quillagua.

En la cuenca del Salar de Atacama, la DGA cuenta con 7 estaciones de calidad, de las cuales 4 se encuentran vigentes. El análisis incluye las últimas 4, que se enlistan a continuación:

- Río San Pedro en Cuchabrache.
- Canal Vilama en Vilama.
- Canal Cuno en Socaire.
- Canal Tilomonte antes Represa.

Los parámetros considerados en el análisis, están relacionados con los antecedentes recopilados mediante los instrumentos de levantamiento del diagnóstico. Se han seleccionado series de datos de 10 años considerando los siguientes parámetros:

- **Arsénico:** La exposición prolongada de concentraciones de arsénico en el agua está asociada a efectos crónicos, entre ellos problemas cutáneos tales como melanosis, queratosis y cáncer de piel; cáncer de vejiga, riñón y pulmón; enfermedades de los vasos sanguíneos de las piernas y pies, y posiblemente también diabetes, hipertensión arterial, trastornos reproductivos y menoscabo del desarrollo intelectual de los niños. La intoxicación por arsénico (arsenicismo) se manifiesta de forma característica a lo largo de un periodo de cinco a 20 años. Como algunos efectos de la exposición al arsénico son irreversibles, la principal medida de salud pública consiste en prevenir la exposición humana.
- **Boro:** La utilización de altos niveles de Boro en riego podría provocar efectos en cultivos tolerantes como mora, durazno, cereza, uva, cebolla, ajo, camote, trigo, cebada, girasol, frutillar, alcachofa y porotos. Otros cultivos menos sensibles son pimienta roja, arveja, zanahoria, rábano, papa y pepino.
- **Cloruro:** Existen cultivos con mayor sensibilidad al Cloruro por lo que se puede ver afectado el rendimiento de éstos. Entre los cultivos con mayor sensibilidad se encuentran cítricos, frutilla, soya, cebolla, lechuga, papa y tabaco; con una sensibilidad moderada se encuentran espinaca, alfalfa, tomate, brócoli, maíz.
- **Conductividad eléctrica:** Los altos valores de conductividad eléctrica, podrían provocar efectos en cultivos sensibles, obstrucción en los sistemas de goteo y salinización del suelo.

En la Tabla 3-60, se presentan de manera resumida los datos de diez años, para los cuatro parámetros indicados anteriormente en las estaciones seleccionadas.

Tabla 3-60 Parámetros físico y químicos cuenca río Loa

Parámetro	Arsénico mg/l			Boro mg/l			Conductividad Eléctrica μ mhos/cm			Cloruro mg/l		
	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media
Río Loa Antes Represa Lequena	0,3	0,0	0,2	9,0	1,1	4,9	3.415	664	1.190	735,1	65,4	180,7
Río San Pedro Inacaliri Parshall 1	0,6	0,0	0,4	5,5	2,0	3,1	1.620	709	1.384	280,8	179,8	232,5
Río Loa Antes Junta Río Salado	1,1	0,0	0,3	17,4	7,0	10,6	5.741	2.170	3.358	2223,4	716,4	849,7
Pozo Chiu Chiu	1,6	0,0	0,6	41,6	7,4	16,9	18.600	1.824	5.988	6054,7	473,0	1.909
Agua Potable Calama	0,08	0,001	0,01	11,8	1,9	5,5	1.890	856	1.470	399,3	189,2	302,1
Río San Salvador antes Río Loa	3,1	0,0	2,0	45,0	16	22,6	10.540	4.569	8.283	3072,6	1.229	2.341
Río Loa en Quillagua	7,6	0,0	2,0	117	17,6	42,4	2.462	27.100	1.6409	8976,3	1.542	5.220

Fuente: DGA, 2016.

En esta tabla es posible apreciar que, para el elemento arsénico, a excepción de la estación Agua Potable Calama, los valores promedios sobrepasan el límite máximo entregado por la NCH1333, la cual establece el valor de 0,1 mg/l. Esto se traduce en una calidad de agua deficiente que no es apta para el riego. Los valores promedios más elevados son los del río San Salvador antes del río Loa y río Loa en Quillagua, ambos sectores con vocación agrícola (20 mg/l cada uno).

En cuanto a los valores presentados para el elemento Boro, se tiene que las cifras promedias, a excepción del agua potable de Calama, sobrepasan los límites máximos impuestos por la NCH1333 (0,75 mg/l). Nuevamente las cifras más altas se encuentran en el río Salvador antes del río Loa y el río Loa en Quillagua con 22,6 y 42,4 mg/l respectivamente. A estas estaciones, le sigue de cerca el Pozo Chiu Chiu con un promedio de 16,9 mg/l. Cabe destacar que esta última estación presenta un valor máximo de 41,6 mg/l, lo cual supera en gran medida la norma establecida para el agua de riego.

La conductividad eléctrica presenta valores entre medios a altos, los cuales tienen efectos perjudiciales y adversos para los cultivos. De esta manera, los parámetros antes expuestos, necesitan de métodos de manejo. Finalmente, la conductividad eléctrica, al igual que los otros parámetros, presentan cifras que denotan una mala calidad del agua.

El cloruro es otro parámetro que también registra altos valores, superan los valores establecidos como límites máximos aceptables para el agua de riego (200 mg/l), a excepción de río Loa antes de la Represa Lequena. En esta ocasión ni siquiera el agua potable de Calama mantiene los niveles adecuados para la calidad presentando la cifra de 302,1 mg/l. El caso más preocupante es el de río Loa en Quillagua, en donde los valores dados para la calidad del agua superan con creces los límites establecidos, presentando una cifra de 5.220 mg/l.

Es conocido que en esta región las aguas naturales no presentan las mejores características para ser utilizadas, tanto en el consumo humano, como en la agricultura, específicamente en riego. Este antecedente se refleja en los reportes de la DGA analizados, donde se desprende, que según sea la procedencia de las aguas, se pueden ver afectadas las concentraciones de los distintos parámetros, ya sea por aportes naturales y aportes antrópicos.

La cuenca del Loa, que es la de mayor alcance en la región, presenta una serie de características que puede ver afectada la calidad del agua, como los ya nombrados aportes naturales y antrópicos. Los aportes naturales se expresan a través de la acumulación de elementos propios de la estructura del suelo. Como aporte antrópico, se reconoce la emisión de fuentes difusas. Por otra parte, existe una demanda histórica del uso del agua en la zona debido a la alta actividad de la industria minera, este factor es determinante a la hora de analizar la calidad del agua, debido al alto consumo de agua, la que tiene una estrecha relación con la calidad, puesto que a menor caudal se presentan una mayor concentración de elementos (Econat, 2005).

La cuenca del Salar de Atacama ha sido caracterizada con los mismos parámetros que la cuenca del Loa. En esta oportunidad se han seleccionado un total de cuatro estaciones de la DGA distribuidas homogéneamente dentro de la cuenca. En la tabla siguiente, se presenta de manera resumida la data de los diez últimos años, para los cuatro parámetros de calidad de agua de las estaciones ya seleccionadas. En la figura siguiente se muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo de calidad de agua.

Tabla 3-61 Parámetros físico químicos cuenca Salar de Atacama

Parámetro	Arsénico mg/l			Boro mg/l			Conductividad Eléctrica $\mu\text{mhos/cm}$			Cloruro mg/l		
	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media	Máx.	Mín.	Media
Estación												
Canal Cuno en Socaire	0,5	0	0,3	2,5	1	1,9	1.175	821	1.085	660	85	124
Canal Tilomonte antes represa	0,1	0	0,1	14	1	9,3	7.397	4	5.692	1.683	756	1.530
Canal Vilama en Vilama	0,9	0	0,6	15	7	11	4.054	1.100	2.687	639	487	568
Río San Pedro en Cuchabrache	9,6	0	0,5	14,3	1	2,9	15.150	1.426	3.099	4.417	477	808

Fuente: DGA, 2015 (b).

De acuerdo con la NCH1333, el límite máximo permitido para el elemento arsénico es de 0,1 mg/l. En este sentido dentro de la cuenca del Salar de Atacama, tres de las cuatro estaciones sobrepasan el límite: canal Cuno en Socaire presenta la cifra más baja dentro de los excesos de la cuenca, sobrepasando la norma en 0,2 mg/l, es decir, en un 200%. Los datos obtenidos para el canal Vilama en Vilama y río San Pedro en Cuchabrache presentan las cifras de 0,6 y 0,5, respectivamente. Según estos parámetros las aguas de esta cuenca, respecto al arsénico no son aptas para la realización de riego.

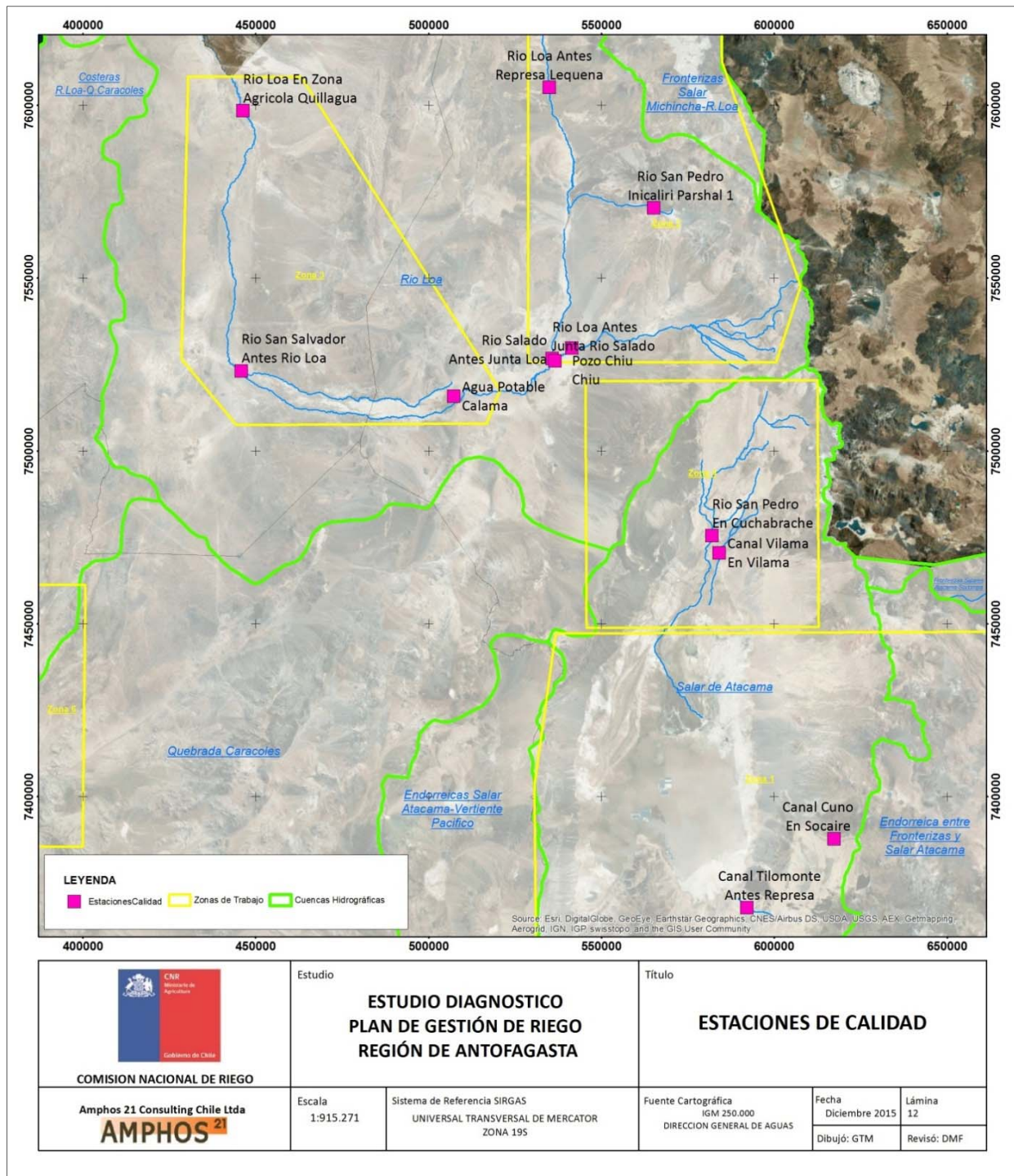
Por otra parte, el elemento boro no muestra mejoría en la calidad del agua, las cuatro estaciones en estudio presentan cifras que sobrepasan la norma (0,750 mg/l). La cifra más baja es de 1,9 mg/l para el canal Cuno en Socaire; la cifra más elevada la presenta Canal Vilama en Vilama. Las otras dos estaciones presentan valores intermedios, siempre superando la NCH 1333.

La conductividad eléctrica denota una alta presencia de sales y material en suspensión en el recurso hídrico, en las cuatro estaciones en estudio. La estación que presenta las cifras más altas es el canal Tilomonte antes represa. El resto de las estaciones presentan valores entre medios a altos, los cuales tienen efectos perjudiciales y adversos para los cultivos. De esta manera, los parámetros antes expuestos necesitan de métodos de manejo para los cultivos.

Al igual que el resto de los parámetros, el cloruro presenta índices que superan los límites entregados (200 mg/l), por lo que las aguas no presentan una buena calidad para el riego de cultivos. Como ya se ha mencionado con anterioridad, las aguas de la región se caracterizan por su baja calidad para fines de riego y agrícolas. Por lo cual los parámetros mencionados con anterioridad subrayan el problema regional, aterrizándolo al territorio de la cuenca del Salar de Atacama.

En relación a las zonas de trabajo 5 y 6 se debe considerar que se sustentan en el uso de agua potable, ya que no cuentan con otras fuentes de agua seguras para riego. Por otro lado, el crecimiento poblacional de ciudades como Antofagasta ha significado un aumento de la demanda de productos agrícolas, la que no ha sido satisfecha con la producción agrícola regional (CEITSAZA, 2011).

Figura 3-28 Ubicación de estaciones de calidad



Fuente: DGA, 2015 (b).

En un estudio realizado por CEITSAZA el año 2011, se constató la escasez de agua dulce para consumo humano, industrial y agrícola, proponiendo la alternativa de implementar una planta de tratamiento, fundamentalmente para las prácticas de hidroponía realizadas por ASGRALPA

(Asociación de Agricultores Altos La Portada). En este estudio se analizó la Factibilidad Técnica y Económica de un proyecto de desalación para Hidroponía en Antofagasta, que es la solución de la que actualmente disponen. El riego en esta zona proviene tanto del agua potable, como de la planta desoladora, distribuyendo un caudal total de 24 m³/mes/parcela. Al igual que en Antofagasta, en la zona de Taltal se riega mediante el suministro de agua potable, a través de camiones aljibes hacia los predios de los agricultores. El agua del lugar no es de calidad para el riego, por lo tanto, las asociaciones compran y pagan los fletes de agua hacia sus parcelas.

3.7.5 Análisis de la Variabilidad Climática en los Últimos Años y Propuestas Generales de Adaptación al Cambio Climático

La variabilidad climática se entiende como las variaciones del estado promedio y otros datos estadísticos del clima en escalas temporales y espaciales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos puntuales. Según el grupo Intergubernamental de expertos del Cambio Climático, la variabilidad puede deberse a dos procesos (IPCC, 2007):

- Variabilidad Interna: procesos internos naturales del sistema climático.
- Variabilidad Externa: procesos influenciados por fuerzas externas naturales o antropogénicas.

La variabilidad climática y el efecto del cambio climático en la agricultura está relacionado con variaciones en los climas locales más que en patrones mundiales (ODEPA, 2013). El efecto de la variabilidad trae consecuencias distintas dependiendo de la zona geográfica que se está analizando.

Para la Región de Antofagasta, se prevé que las temperaturas aumenten entre 0,5 °C y 1,5 °C al 2040 y que las precipitaciones disminuyan en torno al 30-15% (ODEPA, 2013), agravando la escasez de precipitaciones que se observa hoy en día. No obstante, en la ciudad de Calama el agua caída subiría de 20,5 a 24,1 mm.

Los antecedentes previstos por ODEPA profundizarían la situación desértica en la región, aumentando los conflictos existentes por la demanda de agua. Una menor afectará de manera directa la disponibilidad del recurso agua utilizada para el riego presente en la región. A continuación, se muestra una serie de datos que representan la variabilidad climática a través del balance hídrico que ha sufrido la Región de Antofagasta durante los últimos 30 años.

3.7.5.1 Área Costera

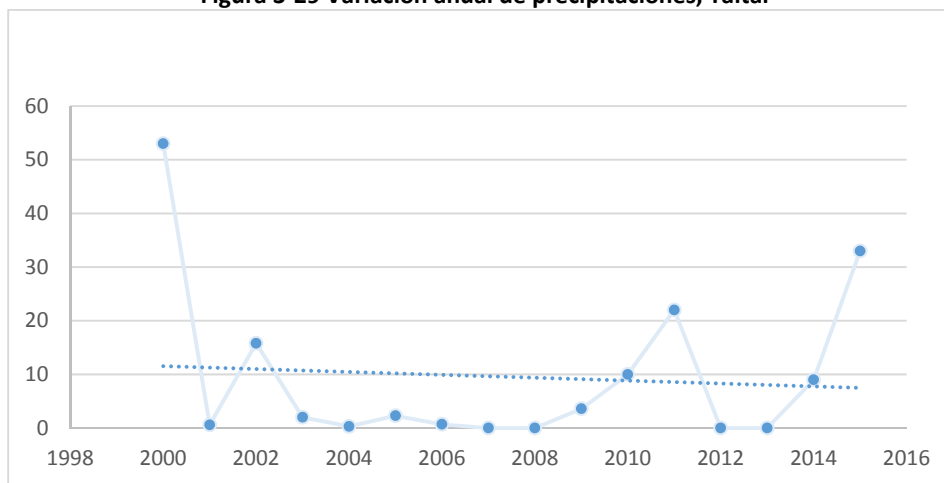
En el área costera se ubican las Zonas de trabajo 5 y 6, para las cuales se han escogido las series de datos de las estaciones de Taltal y Antofagasta por un periodo de 15 años. A continuación, se presenta la información de precipitación mensual para la zona en estudio.

Tabla 3-62 Precipitación total por mes (mm) Zona 5

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	0	0	0	0	32	11,5	9,5	0	0	0	0	0
2001	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,1	0	0	0
2002	0	0	0	0	1,5	0,1	2,1	12	0,1	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0,5	0
2004	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0,7	0	0	1,3	0,3	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0,2	0	0	0,5	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	1,6	0	0	2	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	4	0	0	6	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	3	0	0	0	6	0	0	0
2015	0	0	30	0	0	0	0	3	0			

Fuente: DGA, 2016 (b).

Figura 3-29 Variación anual de precipitaciones, Taltal



Fuente: DGA, 2016 (b).

Tabla 3-63 Temperatura media mensual estación Aguas Verdes, Zona 5

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	16,82	17,09	16,57	15,64	13,33	12,05	11,18	13,17	12,81	15,14	14,71	16,81
2001	17,01	17,99	17,31	15,72	12,78	11,94	12,27	13,56	11,90	14,98	14,78	16,52
2002	15,12	16,57	16,37	13,89	14,10	11,50	11,61	13,17	13,64	15,15	15,21	14,77
2003	17,02	16,88	16,96	15,08	15,79	12,74	11,90	13,37	13,77	15,61	14,13	14,20
2004	14,49	15,51	15,28	13,43	11,92	9,83	10,57	11,71	12,35	13,67	14,24	15,28
2005	15,04	15,06	15,00	13,56	10,70	11,68	8,78	13,46	9,17	10,66	13,33	14,09
2006	13,79	16,74	17,27	15,16	13,84	13,16	12,90	13,17	14,69	15,09	15,80	15,74
2007	16,18	17,52	18,49	17,62	16,18	15,02	13,54	12,02	14,28		16,13	17,52
2008	18,05	18,33			15,77	13,94	13,90	9,62	15,43	15,77	17,63	17,28
2009	18,75											
2010				17,13	13,86	11,82	9,32	13,24	13,32	13,28	14,67	15,62
2011	16,46	16,79	15,51	15,18	15,12	12,39	12,12	11,30	13,82			
2014					4,00							

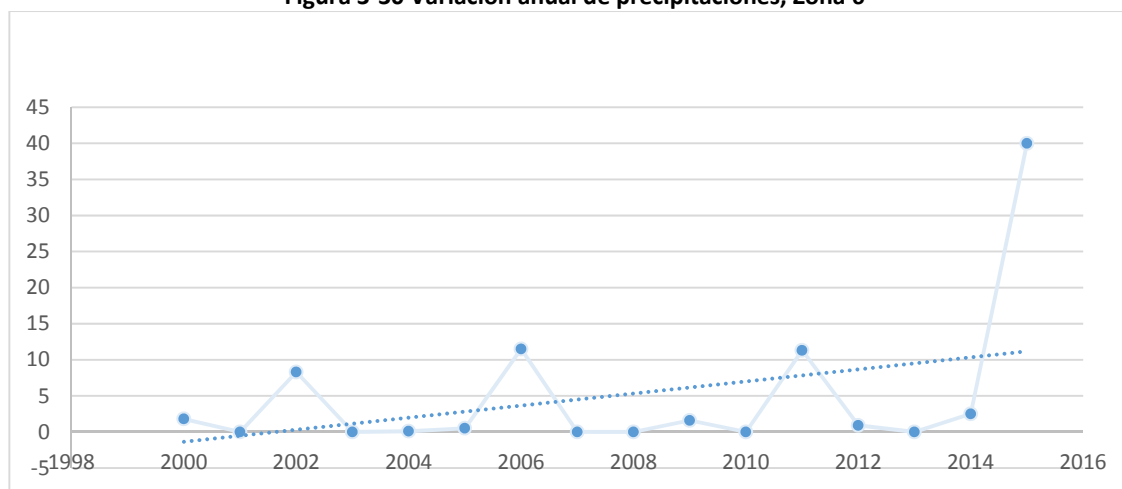
Fuente: DGA, 2016 (b).

Tabla 3-64 Precipitación total por mes (mm), Zona 6

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	0	0	0	0	1,8	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	0	0	0	0	0	4,5	3,8	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	11,5	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0	1,6	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0	11,3	0	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	1,1	0	0	0	1,4	0	0	0
2015	0	0	33,3	0	0	0	0	6,7	0	0	0	

Fuente: DGA, 2016 (b).

Figura 3-30 Variación anual de precipitaciones, Zona 6



Fuente: DGA, 2016 (b).

Los datos presentados muestran la variabilidad climática para los parámetros de temperatura y precipitaciones mensuales para los últimos 15 años para las Zonas 5 y 6.

Se puede destacar que, en el caso de la zona 5, a través de los años se ve un aumento paulatino de la temperatura para esta zona, la cual se presenta durante los periodos del fenómeno del Niño durante los años 2006-2007. En relación a las precipitaciones, éstas no se ven alteradas en los periodos del fenómeno del Niño, aumentando su cantidad en los meses de invierno continental (abril-agosto), junto con una disminución en sus temperaturas. Cabe destacar, que durante marzo del año 2015 se ve un incremento considerable de las precipitaciones (Fenómeno del Niño).

Para la Zona 6, al igual que en la anterior, se puede destacar y observar que, durante el mes de marzo del año 2015, se observa un incremento considerable de las precipitaciones, producto del Fenómeno del Niño y sus altas temperaturas, tendiendo al alza las precipitaciones anuales de esta zona, siendo la mayor cantidad registrada en los últimos 15 años.

3.7.5.2 Zona Desértica Central

En la zona central está localizada la Zona 3 de estudio del Plan de Riego, para la cual se ha escogido los datos de precipitación y temperatura de la estación Calama, analizando los datos de los últimos 15 años. A continuación, se presenta la información de precipitaciones mensuales para la zona descrita.

Las precipitaciones en esta zona se concentran entre los meses de febrero a julio, sin registros entre octubre y diciembre. Los mayores registros de precipitaciones en esta zona han ocurrido durante los meses de febrero y marzo, y coinciden con el periodo en que ocurren las lluvias altiplánicas. Las lluvias invernales son escasas y esporádicas, registrándose años sin precipitaciones.

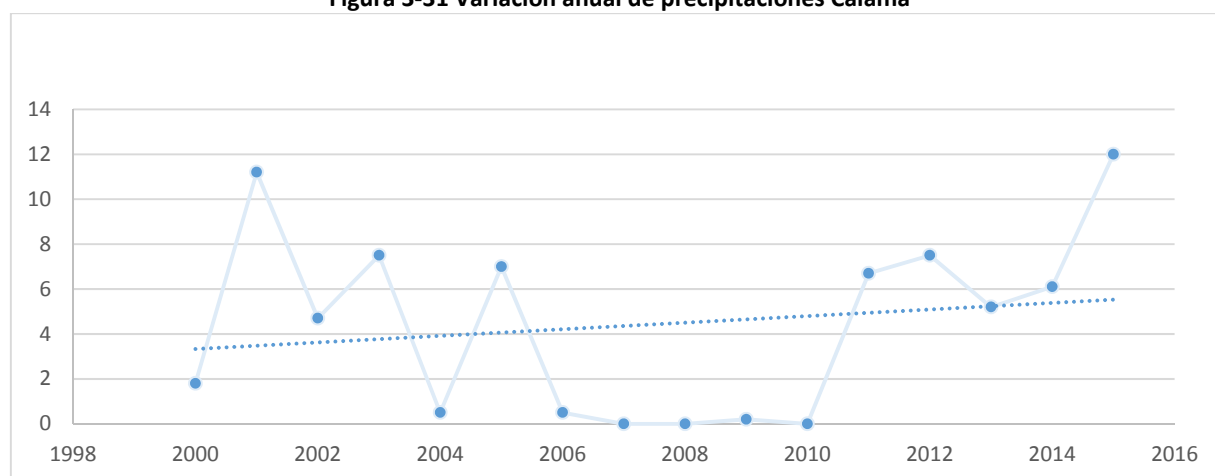
Tabla 3-65 Precipitación total por mes (mm) estación Calama

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	1,5	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	11,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	0,7	0,1	0	0	0	3,9	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	7,5	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	1,5	1,5	3,5	0	0	0	0	0,5	0	0	0
2006	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0	6,7	0	0	0	0	0
2012	0	3,5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	1,5	1,7	0	2	0	0	0	0
2014	0,1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
2015	0,2	0	11,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: DGA, 2016 (b).

La variación anual muestra una tendencia clara al alza, lo que concuerda con lo estimado por ODEPA para esta ciudad.

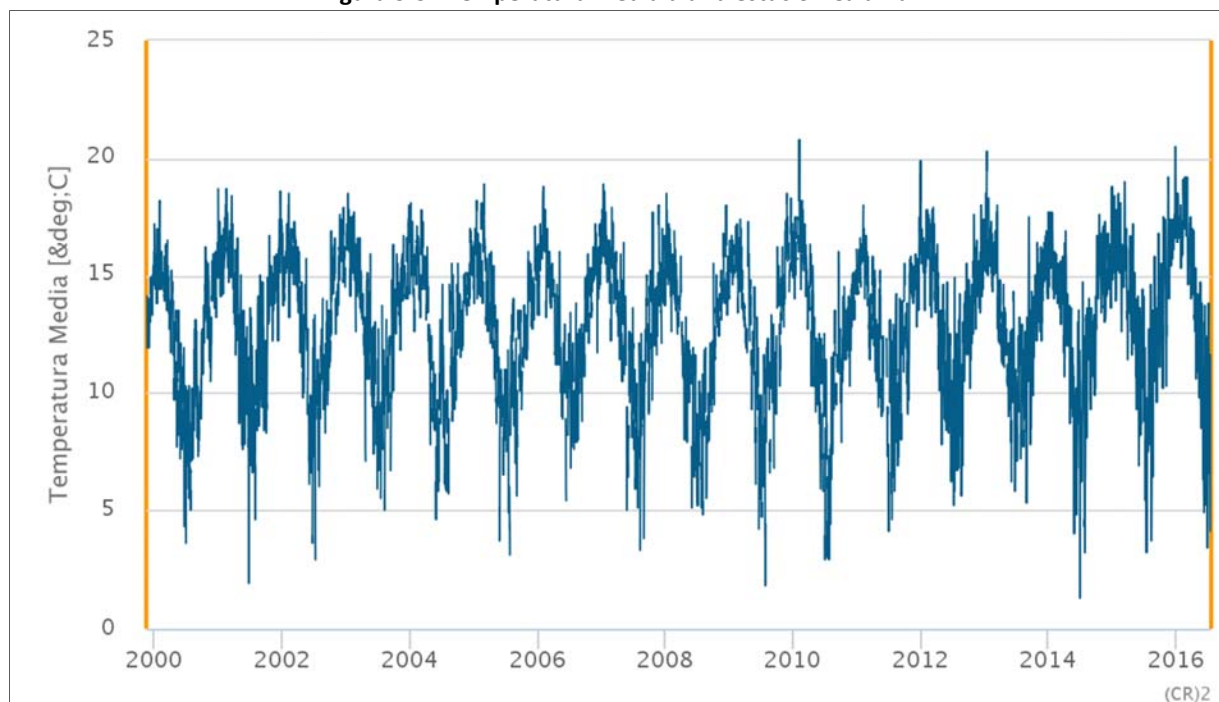
Figura 3-31 Variación anual de precipitaciones Calama



Fuente: DGA, 2016 (b).

En referencia a las temperaturas, la figura siguiente muestra la media diaria mensual desde el año 2000 a la actualidad. En ella se aprecia que las temperaturas medias diarias oscilan entre los 5 °C y 18 °C, salvo en algunos periodos donde el rango de datos es superado tanto como en las medias mínimas como las medias máximas. Aunque el gráfico no permite definir una tendencia, desde el 2010 se registraron valores de temperaturas medias diarias que superaron los 20 °C.

Figura 3-32 Temperatura media diaria estación Calama



Fuente: Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia (CR)2, 2016.

3.7.5.3 Zona Prealtiplánica

En el área prealtiplánica se ubican tres Zonas de estudio del Plan, las Zonas 1, 2 y 4. Para analizarlas se ha seleccionado la estadística de las estaciones de Socaire, analizando un periodo de 15 años de datos. A continuación, se presenta la información de precipitación mensual y la variación interanual registrada.

Los antecedentes registrados en esta estación Socaire indican que los eventos de precipitación se registran predominantemente entre los meses de enero a septiembre, con solo un dato registrado entre octubre y noviembre de los últimos 15 años.

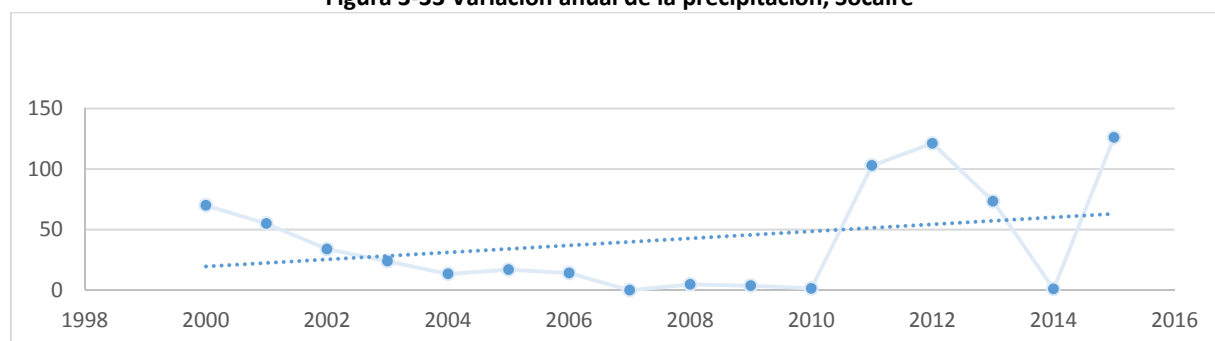
Las mayores precipitaciones registradas ocurrieron en el mes de marzo de 2015, la que provocó aluviones y avenidas en varios sectores de la región. Entre enero y marzo, se registran las mayores lluvias para el periodo analizado, descendiendo considerablemente hacia la época invernal.

Tabla 3-66 Precipitación total por mes (mm), Socaire

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2000	67	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	5,5	39,5	3	3,5	0	0	0,5	2	0	0	1
2002	0	0	29	0	0	0	5	0	0	0	0	0
2003	0	8	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0
2004	1,5	6	3,5	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0
2005	6	0	2	3	0	0	0	0	6	0	0	0
2006	4	3	0	0	4,7	0	0	2,5	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	2,3	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	1	0,5	1,2	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0,5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2011	0	83,1	0	0	0	0	19,8	0	0	0	0	0
2012	36,8	76,9	5	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	18,8	33,6	0	0	15	5	1	0	0	0	0	0
2014	0	0	0,5	0,5		0	0	0	0	0	0	0
2015	0	13,2	112,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: DGA, 2016 (b).

Figura 3-33 Variación anual de la precipitación, Socaire



Fuente: DGA, 2016 (b).

En la tabla siguiente, se muestra una marcada variabilidad entre los valores entregados por la DGA para el año 1987 y los promedios de precipitación más actuales, lo cual se puede explicar, por la disminución de las precipitaciones durante los últimos decenios. Dentro de las estaciones que presentan mayor diferencia se encuentra Antofagasta, Caspana, Ollagüe y Río Grande.

Tabla 3-67 Precipitación media anual, últimos 30 años y valor actual

Estación	DGA 1987 ⁽⁴⁾	Periodo Actual	
		Rango de promedios de 30 años	Valor actual (periodo más reciente)
Antofagasta	5,2	3,4 – 3,5	3,5
Calama	4	3,0 – 4,1	3,0
Caspana	98,7	62,1 – 92,4	62,1
Chiu Chiu	3,5	5,7 – 6,2	5,8
Ollagüe	101,5	64,5 – 96,8	65,0
Río Grande	86,8	64,3 – 87,9	64,3

Fuente: DGA, 2012.

⁴ Las medias del BHN 1987 fueron obtenidas con series de datos del 1961/62 al 1980/81 en el mejor de los casos, y la gran mayoría de las estaciones contó únicamente con información del período 1970/71 a 1980/81 aproximadamente.

La Tabla 3-68 expone la temperatura media anual para las cuencas presentes dentro de la región. Por una parte, se presentan datos obtenidos del estudio de Balance Hídrico Nacional realizado por la DGA en el año 1987, en donde se entregan las isotermas medias anuales para todo el territorio Nacional. Por otro lado, se analizan datos entregados por el Atlas Bioclimático de la Universidad de Chile (2012), el cual generó mapas de temperatura media anual para la región a escala 1:250.000.

Tabla 3-68 Comparación temperatura media anual

Cuenca	Actual (Atlas Bioclimático 2012)	1987 (DGA)
Fronterizas Salar Michincha - R. Loa	4,34	1,65
Río Loa	13,20	12,14
Costeras R. Loa – Q. Caracoles	16,38	17,63
Fronterizas Salares Atacama – Socompa	2,99	0,00
Endorreica entre Fronterizas y Salar Atacama	4,32	0,44
Salar de Atacama	9,88	8,48
Endorreicas Salar Atacama – Vertiente Pacífico	9,80	8,48
Quebrada Caracoles	14,40	16,64
Quebrada La Negra	14,30	16,34
Q. Entre Q. La Negra y Q. Pan de Azúcar	14,99	15,93

Fuente: DGA, 2012.

Los datos presentados en la Tabla 3-68 muestran diferencias geográficas en la temperatura. En este contexto, las cuencas localizadas en el sector costero, presentan una disminución de su temperatura media, mientras que las cuencas ubicadas al interior (Altiplano, cuenca del río Loa) revelan un aumento en su temperatura.

En este contexto, las cuencas que presentan un mayor interés para la gestión de los recursos hídricos son las del río Loa, Salar de Atacama y, en general, las localizadas en el Altiplano, a pesar que las precipitaciones han disminuido durante los últimos decenios.

3.7.5.4 Propuestas Generales de Adaptación al Cambio Climático

El Cambio Climático es una alteración en el estado del clima que puede ser identificado por variaciones en sus propiedades y que persiste por un extenso periodo de tiempo, usualmente décadas. No sólo tiene impactos climáticos, sino que también trae consigo efectos significativos tanto en el bienestar humano como en el desarrollo productivo, social y ambiental.

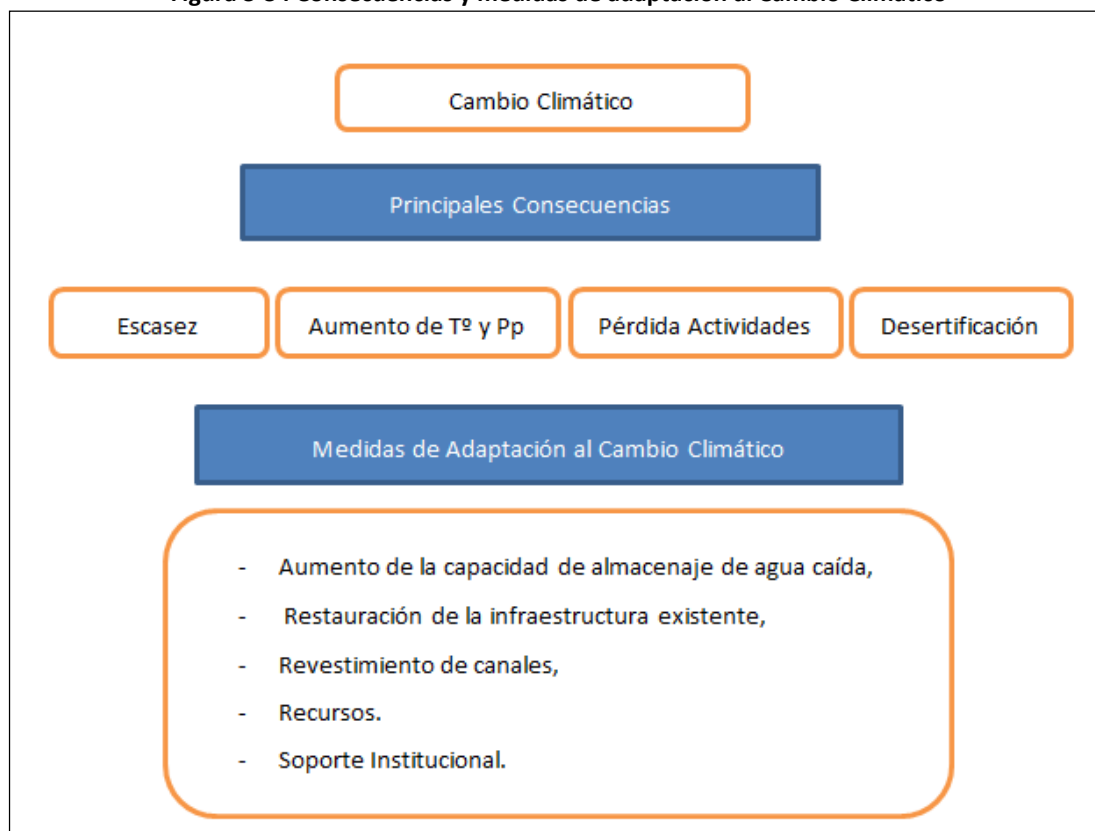
En términos concretos, Chile se encuentra en un alto grado de vulnerabilidad ya que posee zonas costeras bajas, zonas áridas y semiáridas, que son susceptibles de deforestación, erosión, desastres naturales, sequía y desertificación, además de áreas urbanas altamente contaminadas y ecosistemas frágiles (Olmo, 2007).

Según un informe entregado por el MOP en 2015 (Listado de embalses, 2015) ningún embalse del territorio chileno cuenta con su capacidad en metros cúbicos. En este contexto, el Embalse Conchi, ubicado a 65 km de Calama que provee de agua a los sectores de Lasana, Chiu Chiu, y Quillagua, tiene un déficit de un 70% de su capacidad total (22 millones de metros cúbicos).

La Región de Antofagasta también cuenta con el Tranque Sloman que ha perdido la capacidad de acumulación por depósitos de lodos. Se estima que el tranque originalmente tenía una capacidad de 1,4 hm³, que actualmente se reducen a 0,65 hm³, producto del embanque del tranque.

De manera general, para la adaptación al Cambio Climático, el gobierno ha implementado una serie de medidas que tienden a subsanar los problemas ligados a la escasez del recurso, tales como: explotación de aguas subterráneas por pozos, encauzamientos de ríos y el revestimiento de canales. Así, la inversión se encuentra destinada principalmente al aumento de la capacidad de almacenaje de agua.

Figura 3-34 Consecuencias y medidas de adaptación al Cambio Climático



Fuente: Elaboración propia.

Como se ha mencionado con anterioridad, las predicciones de cambio climático incluyen un aumento de las precipitaciones en la zona altiplánica de un 5%, por lo cual la Región de Antofagasta debería focalizar sus recursos en el aumento de la capacidad de almacenaje de agua caída, a la restauración de la infraestructura existente y en el revestimiento de canales.

3.7.6 Capacidad de Prevención, Respuesta y Mitigación frente a Eventos Extremos

Dentro de los factores naturales de peligro que enfrenta la Región de Antofagasta se encuentran el riesgo sísmico, la erosión, los fenómenos de remoción en masa y las sequías. Por otra parte, existen eventos ligados al uso intensivo de acuíferos lo que podrían afectar la disponibilidad y calidad de agua de los acuíferos, poniendo en peligro el abastecimiento de agua para la región. Para ello, se ha creado un sistema denominado Plan de Alerta temprana, el cual se encuentra a

cargo de la Dirección General de Aguas. A continuación, se describe la capacidad de la región para prevenir y responder a la ocurrencia de eventos extremos.

3.7.6.1 Planes de Alerta Temprana con Condicionamiento de Derechos

En la Región de Antofagasta existen acuíferos con explotación intensiva de acuerdo a la cantidad de derechos de aguas otorgados en ellos, la capacidad del acuífero, la baja recarga, entre otros. Debido a la alta presión a la cual están sometidos los acuíferos, junto a la cercanía de áreas naturales que podrían verse ambientalmente afectados, la Dirección General de Aguas ha creado un sistema de seguimiento específico, en aquellos acuíferos cuyas características y situación de explotación lo ameriten. Este tipo de seguimiento se ha denominado Plan de Alerta Temprana (PAT).

De acuerdo a la DGA, un PAT es un instrumento de gestión hídrica que tiene como principal objetivo realizar el pronóstico, seguimiento, evaluación y verificación de los efectos o impactos previstos al momento de otorgar un derecho de aprovechamiento de agua. Esto se realiza por medio de indicadores con sus umbrales respectivos los cuales permiten evaluar oportunamente en el tiempo, el grado de afección o impacto reduciendo, ajustando o suspendiendo el ejercicio otorgado (MOP, 2012).

Los acuíferos sometidos a una alta presión extractiva poseen dos instancias según las cuales se condiciona la explotación de ellos, ambas asociadas al Plan de alerta temprana: resolución de otorgamiento de un derecho de agua y en la evaluación ambiental de un proyecto. Actualmente existen seis PAT aprobados por la DGA para la región de Atacama, los cuales condicionan los derechos de aprovechamiento otorgados (Ver tabla 3-73).

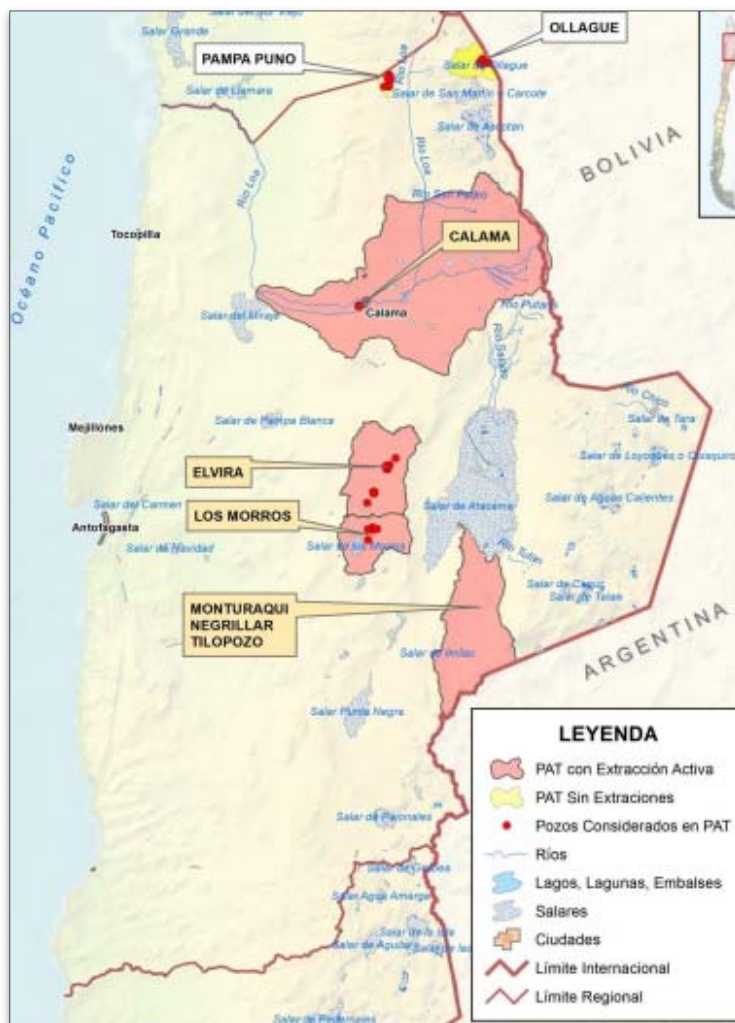
A pesar del reconocimiento de los PAT, la DGA no cuenta con un instructivo, indicación o plataforma oficial para sistematizar la información que entrega el titular de cada PAT. Tampoco cuenta con una estructura oficial del contenido que tienen que tener los PAT cuando es presentado a evaluación. En la siguiente figura se pueden apreciar la localización de los PATs en la Región de Antofagasta.

Tabla 3-69 PAT aprobados en la Región de Antofagasta

Nombre PAT	Acuífero	Cuenca	Zonas	Eventos extremos
Calama	Calama	Río Loa	Zona 2	Crecida de ríos, inundaciones, terremotos, Aluviones.
Pampa Puno	Pampa Puno	Río Loa	Zona 2	Crecida de ríos, inundaciones, terremotos, Aluviones.
Montaraqui Negrillar Tilopozo	Montaraqui Negrillar Tilopozo	Salar de Atacama	Zona 1	Crecida de ríos, inundaciones, terremotos, Aluviones.
Elvira	Elvira	Endorreica – Salar de Atacama – Vertiente Pacífico	-	-
Los Morros	Los Morros	Endorreica – Salar de Atacama – Vertiente Pacífico	-	-
Salar de Ollagüe	Salar de Ollagüe	Fronteriza – Salar Michincha – Río Loa	Zona 2	Crecida de ríos, inundaciones, terremotos, Aluviones.

Fuente: MOP, 2012.

Figura 3-35 Ubicación de PATs con condicionamiento de derecho



Fuente: MOP, 2012.

Los eventos extremos donde se presentan los riesgos que afectan tanto a la comunidad como a los rubros productivos de las zonas y región se encuentran en el siguiente capítulo, en el ítem “Situaciones de Emergencias”.

3.7.6.2 Análisis de Prevención, Respuesta y Mitigación Frente a Eventos Extremos

La Región de Antofagasta se encuentra expuesta a diversos tipos de eventos extremos, de los cuales, los que podrían tener incidencia en el riego son aquellos asociados a fenómenos naturales como sequía y lluvias intensas, y otros de carácter antrópico asociados a las actividades mineras como la ruptura de tranques de relaves y accidentes con sustancias peligrosas, entre otros.

Para realizar el análisis de los eventos identificados en la región se han estandarizado frecuencias, teniendo en consideración la periodicidad de los diferentes eventos extremos. A continuación, se presenta una tabla con la frecuencia definida para los eventos identificados en la Región de Antofagasta.

Tabla 3-70 Frecuencia de ocurrencia de eventos extremos

Frecuencia	Tiempo
Alta	1 a 4 años
Media	5 a 10 años
Baja	11 años o más

Fuente: Elaboración propia.

Una vez identificados los eventos extremos que afectan el riego y definidos los estándares para la frecuencia de los mismos, se hace necesario definir la capacidad de prevención que posee la región. A continuación, se presenta una tabla en la cual se indica la capacidad de prevención.

Tabla 3-71 Capacidad de prevención

Capacidad de prevención	N° de planes de prevención, respuesta y mitigación
Alta	4 y +
Media	2 - 4
Baja	0 - 2

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla siguiente se presenta de manera didáctica el tipo de evento extremo, su frecuencia, las medidas que se han adoptado a nivel regional para prevenir, dar respuesta y mitigar los impactos de los eventos extremos, la capacidad de prevención frente a la ocurrencia del extremo y las zonas de riego que se ven más afectadas por el evento. En este contexto, el riego en la región se ve afectados por siete tipos de eventos extremos: terremotos, tsunamis, aluviones, lluvias intensas, inundaciones, crecidas de ríos, sequía, volcanes, PAM, y accidentes con sustancias peligrosas.

Tabla 3-72 Eventos extremos

Evento extremo	Frecuencia	Medidas adoptadas	Capacidad de prevención / respuesta	Zonas afectadas
Terremotos	Media	Plan Regional de Emergencia y PAT con Condicionamiento de Derechos	Baja	Todas
Tsunamis	Baja	Plan Regional de Emergencia	Baja	5 y 6
Aluviones	Alta	Plan Regional de Emergencia y PAT con Condicionamiento de Derechos	Baja	1, 2 y 4
Lluvias intensas	Alta	Plan Regional de Emergencia	Baja	1,2,3 y 4
Inundaciones	Media	PAT con Condicionamiento de Derechos	Baja	1,2,3 y 4
Crecidas de ríos	Media	PAT con Condicionamiento de Derechos	Baja	1,2,3 y 4
Sequía	Alta	Plan Regional de Emergencia	Baja	1, 2, 3 y 4
Volcanes	Baja	Plan Regional de Emergencia	Baja	1, 2 y 4
Pasivos ambientales mineros	Media	-	Baja	2, 3, 4, 5 y 6
Accidente con sustancias peligrosas	Baja	Plan Regional de Emergencia	Baja	Todas

Fuente: Elaboración propia.

La ocurrencia de tsunamis es de carácter baja. No obstante, el impacto que puede producir sobre la población y el medio ambiente (sectores de riego incluidos) es alto y directo, provocando daños considerables en la calidad de vida de los habitantes y pérdida de los terrenos regados. Las áreas más afectadas por este evento son aquellas que se encuentran emplazadas en la zona costera (5 y 6) afectando terrenos de regadío de carácter industrial (invernaderos, etc.) en la cual los daños y pérdidas pueden ser de gran envergadura. El plan de emergencia de la región incluye, movimientos sísmicos, por lo que los habitantes de la franja costera se encuentran informados de cómo deben actuar. Sin embargo, no se consideran planes de mitigación de zonas de regadío.

Los aluviones son frecuentes en las zonas de la pre-cordillera y cordillera de la región (Zonas 1, 2 y 4) producto del “Invierno Boliviano”, el cual es de gran presencia en el sector del altiplano. Este evento produce un impacto fuerte y directo sobre los poblados aledaños a los cauces de ríos, esteros y quebradas, afectando directamente las zonas de regadío. Sin embargo, el único plan de emergencia es el dado para la región. El cual presenta bajas medidas adoptadas.

Asimismo, la región presenta otro fenómeno frecuente que es conocido como el “Fenómeno del Niño”. Si bien éste ocurre a lo largo del país, la ocurrencia en el territorio regional aumenta la probabilidad de aluviones, afectando con frecuencia media a sectores aledaños a cauces de ríos, principalmente en las zonas altiplánicas y quebradas costeras de la región, en donde existe mucho material para ser transportado por las aguas lluvias (lluvias intensas). Estos eventos tienen gran impacto en las áreas de riego de la región, afectando las Zonas 1, 2, 3, 4 y 6.

Otro de los eventos extremos que ocurre en el área de estudio es la sequía. Cabe recordar que la región posee un alto déficit de agua ($-22 \text{ m}^3/\text{s}$), lo que resalta la baja disponibilidad de agua a nivel regional. Lo que sumado al uso de las aguas de manera industrial (uso minero) contribuye a secar las fuentes naturales de agua (Ver apartado Conflictos por el agua) acrecentando la escasez natural del recurso hídrico que vive la región. En este contexto, el Gobierno Regional presenta Planes de Emergencia para evitar que ningún habitante se encuentre desabastecido, sin embargo, estos planes están focalizados en la entrega de agua para el consumo humano, no así para la mantención del riego dentro de las comunas. Las Zonas más afectadas son las 1, 2, 3 y 4.

Por otra parte, dentro de la Región de Antofagasta se cuenta con una alta presencia de volcanes, 19 en total, de los cuales sólo 5 están activos (Sernageomin, 2016), con eventos de frecuencia baja, pero con un impacto alto sobre los terrenos agrícolas y los habitantes que se encuentran en sectores aledaños a los macizos. Es por lo anterior, que la región cuenta con un plan de emergencia, entre los que se destacan los sistemas de monitoreo constantes sobre los volcanes activos, los cuales controlan su comportamiento con el fin de evitar emergencias mayores.

Los riesgos producidos por los tranques de relaves (pasivos ambientales mineros) y los accidentes con sustancias peligrosas se producen escasamente, pero una vez ocurridas pueden afectar a la totalidad de las zonas en estudio. Este tipo de riesgos ocurre principalmente por un accidente o mal manejo de las industrias química y minera, provocando un alto impacto sobre el ecosistema y comunidades, alcanzando muchas veces, impacto a nivel regional. Además, se ven fomentados por la ocurrencia de eventos naturales como aluviones, terremotos, lluvias intensas, entre otros.

Finalmente, las Zonas del Plan que mayor incidencia de eventos extremos poseen son las 1, 2, 3 y 4, por lo que los recursos deberían focalizarse en la precordillera o altiplano. Se hace urgente el desarrollo de planes por parte de las instituciones relacionadas con el recurso hídrico, que centren sus esfuerzos en la gestión de actividades frente a este tipo de eventos. La región no posee planes

de prevención, respuesta y/o mitigación frente a eventos extremos relacionados con el riego por lo que necesita con urgencia generar un plan territorial que sea enfocado a prevenir la ocurrencia de eventos extremos que afecten directamente el riego en la región (tanto infraestructura, como gestión), y que den una respuesta rápida y oportuna a los habitantes en Situaciones extremas, como ejemplo, el evento extremo de sequía podría incluir procesos de desalinización de agua y repartición de ésta en la zonas con gran impacto negativo.

3.7.6.3 Situaciones de Emergencia

La experiencia chilena frente al tema de desastres es amplia y variada, ya que los desastres naturales no son extraños en Chile. En este contexto, una situación de emergencia surge como un fenómeno eventual, inesperado y desagradable que puede producir daños y/o alteraciones en la vida cotidiana de las personas, bienes y servicios y, también, en el medio ambiente. Para la Región de Antofagasta se ha desarrollado un Plan de Emergencia Regional” el cual destaca como riesgos: terremotos, tsunamis, aluviones y accidentes de sustancias peligrosas (Plan de Emergencia Regional, 2011).

3.7.7 Caracterización Ambiental de la Cuenca

La caracterización ambiental de la cuenca comprende la descripción de los ecosistemas presentes y de los problemas actuales o potenciales que involucran al riego, tales como pasivos ambientales, conflictos y situaciones de emergencia, entre otros. Se describen también las áreas de protección y áreas de conservación.

3.7.7.1 Ecosistemas

En Chile existen diversas clasificaciones para hacer referencia a los ecosistemas terrestres y acuícolas. Cada una de ellas es basada en distintos métodos y criterios, los cuales emplean información sobre vegetación, distribución espacial, clima, entre otros (CONAMA, 2009).

La clasificación de ecosistemas más utilizada durante los últimos años ha sido la elaborada por Gajardo en 1994, en la que se definen 8 regiones ecológicas, distribuidas geográficamente de norte a sur, de las cuales, sólo las dos primeras eco-regiones se encuentran dentro de la Región de Antofagasta: Desierto y Estepa Alto-Andina.

El desierto absoluto se extiende por la costa y el interior desde el extremo norte de la región hasta los 25° latitud sur, alcanzando su mayor expresión dentro de la Región de Antofagasta. Las áreas pre-andinas presentan una vegetación bastante abierta de matorrales bajos desérticos. Igualmente, la pampa se encuentra interrumpida por formaciones halo mórficas de bosques espinosos y matorrales. Las zonas costeras presentan una vegetación de matorrales desérticos altamente condicionados por la incidencia de la neblina costera, mejor conocida con el nombre regional de “camanchaca”.

Para la Región de Antofagasta Luebert y Pliscoff (2006) han planteado la variación espacial de ecosistemas, compuesta por diversos transectos longitudinales que representan zonalmente al país. Cada transecto representa los diferentes pisos vegetacionales. También indican unidades

fisiográficas relevantes para cada piso. La Región de Antofagasta se ve representada por los transectos número 22 y 23 graficados en la siguiente figura.

A pesar de las condiciones de extrema aridez que presenta la zona norte de Chile, la Región de Antofagasta posee un diverso mosaico vegetal, el cual es completamente dependiente de las condiciones climáticas de humedad dadas por la camanchaca en el sector costero y por las precipitaciones estivales en el sector altiplánico. En el sector de la costa, la vegetación abierta, se ve representada por cactáceas y algunas especies arbustivas como *Eulychnia iquiquensis*.

Mientras aumenta la altitud, la vegetación abierta se transforma en un tapiz vegetal de gran desarrollo, esto debido a la presencia de la niebla, o camanchaca costera, fenómeno de gran representación en la zona. Los pisos vegetacionales presentan una diferenciación latitudinal por las condiciones geomorfológicas que permiten ambientes favorables para el desarrollo de estas comunidades como por ejemplo los números 9, 11, 12, 13 y 14 de los pisos de vegetación descritos en la tabla anterior.

En la zona interior es posible encontrar la pampa desértica la cual presenta una mínima cobertura vegetal, existiendo largos kilómetros sin la presencia de flora vascular. En esta área es la que, concretamente, corresponde a la versión tradicional del desierto de Atacama. La escasa o nula presencia de flora se explica debido a la ubicación interna, donde no existe la humedad que aportan las neblinas costeras ni las precipitaciones que se dan durante el periodo estival en la zona cordillerana. Sin embargo, es posible encontrar un reducido número de vegetación que se desarrolla gracias a condiciones mínimas de humedad.

Al interior de estas áreas se encuentran condiciones geomorfológicas que permiten el desarrollo de ecosistemas característicos de las zonas desérticas, los cuales se encuentran estrechamente relacionados con las redes hídricas: los oasis y las quebradas. En este contexto, la vegetación de los oasis se desarrolla gracias a la presencia de aguas subterráneas, que aportan la humedad suficiente para el desarrollo del bosque de tipo Prosopis. En cuanto a los ecosistemas de quebradas, éstos se desarrollan gracias a los cursos de aguas permanentes que permiten la presencia de una vegetación boscosa y de matorral, la cual se ha visto fuertemente alterada por las actividades antrópicas.

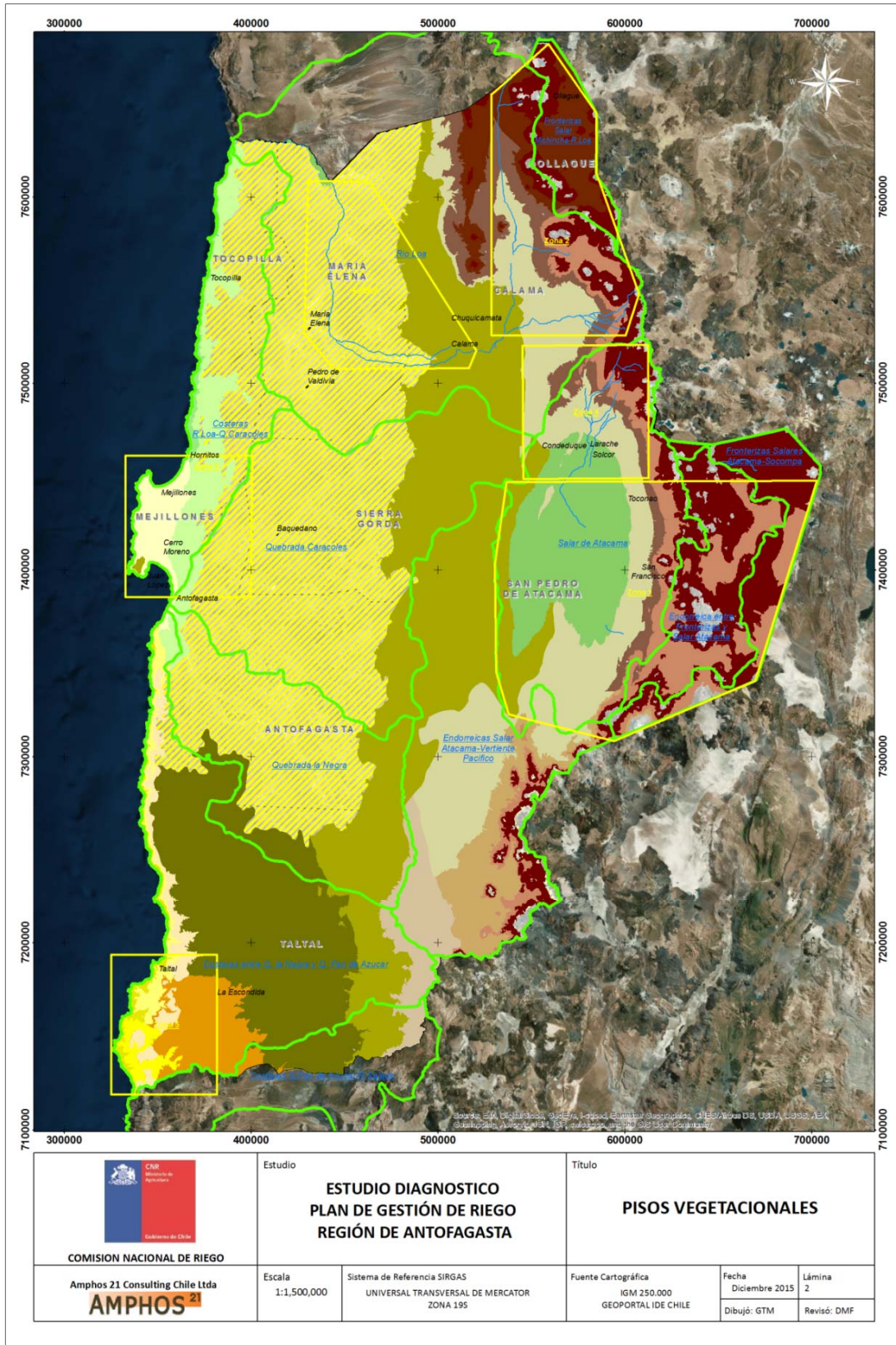
En la precordillera se encuentran los pisos 22, 23 y 24, lo cual es una vegetación de matorral abierto, que varía en su composición dependiendo de la latitud y de altitud. Aquí dominan los géneros *Atriplex*, *Fabiana*. Además, es posible distinguir la presencia de cactáceas de gran tamaño.

Los pisos vegetales de *Polylepis* marcan la transición hacia condiciones de mayor humedad encontradas en el altiplano, desarrollando comunidades relacionadas con las poblaciones de la precordillera como con aquella presente en el altiplano (pisos vegetales: 98, 99, 100). En éste sector, comienza la aparición del altiplano, el cual es uno de los principales rasgos de esta región. La vegetación en esta área está fuertemente influenciada por la altitud y la intensidad de las precipitaciones durante el verano. La disminución de las precipitaciones a medida que aumenta la latitud permite la presencia de matorrales bajos dominados por especies del género *Parastrephia* en el sector norte (105 y 106) que se va transformando a un matorral más abierto, dominados por gramíneas (piso 105 y 106). Además, se presentan formaciones vegetacionales con plantas de cojín. Caracterizadas por la presencia de *Azorella campacta* (102), hacia el sur se hace predominante el herbazal designado como piso vegetacional 118.

En la Región de Antofagasta existen otro tipo de ecosistemas que no han sido descrito por Luebert y Pliscoff, estos son aquellos relacionados con las aguas continentales. Aquí encontramos los ecosistemas de humedales, donde es posible encontrar los denominados humedales alto andinos, los cuales juegan un rol importante en el desarrollo de las cuencas andinas, ya que sus aguas mantienen los ecosistemas, desde la cordillera hasta el océano Pacífico. Los humedales mantienen una diversidad biológica caracterizada por un alto grado de endemismo. A esto se le debe agregar que son importantes áreas de reproducción de especies que se encuentran con problemas de conservación, en particular especies de aves migratorias como el flamenco andino, peces y anfibios.

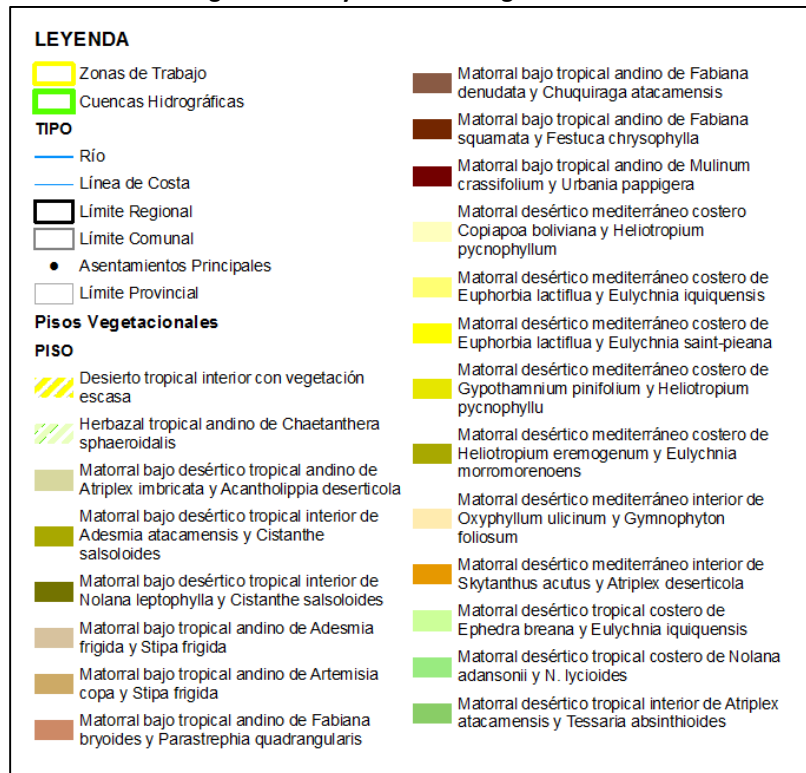
Asimismo, son componente fundamental de los ecosistemas alto andinos, la vicuña, el guanaco y la chinchilla, los cuales tienen un aporte económico para los habitantes del lugar. Estos ecosistemas presentan una alta fragilidad, la cual se encuentra asociada a causas naturales, como periodos de extensas sequías en la puna y, principalmente, a causas antrópicas como la agricultura no sostenible, pastoreo excesivo y minería en el páramo y la puna. Así, la Región de Antofagasta cuenta con 239 humedales, los cuales se encuentran divididos entre vegas y bofedales, alimentados por los acuíferos locales.

Figura 3-36 Pisos Vegetacionales



Fuente: Pliscoff, 2006.

Figura 3-37 Leyenda Pisos Vegetacionales

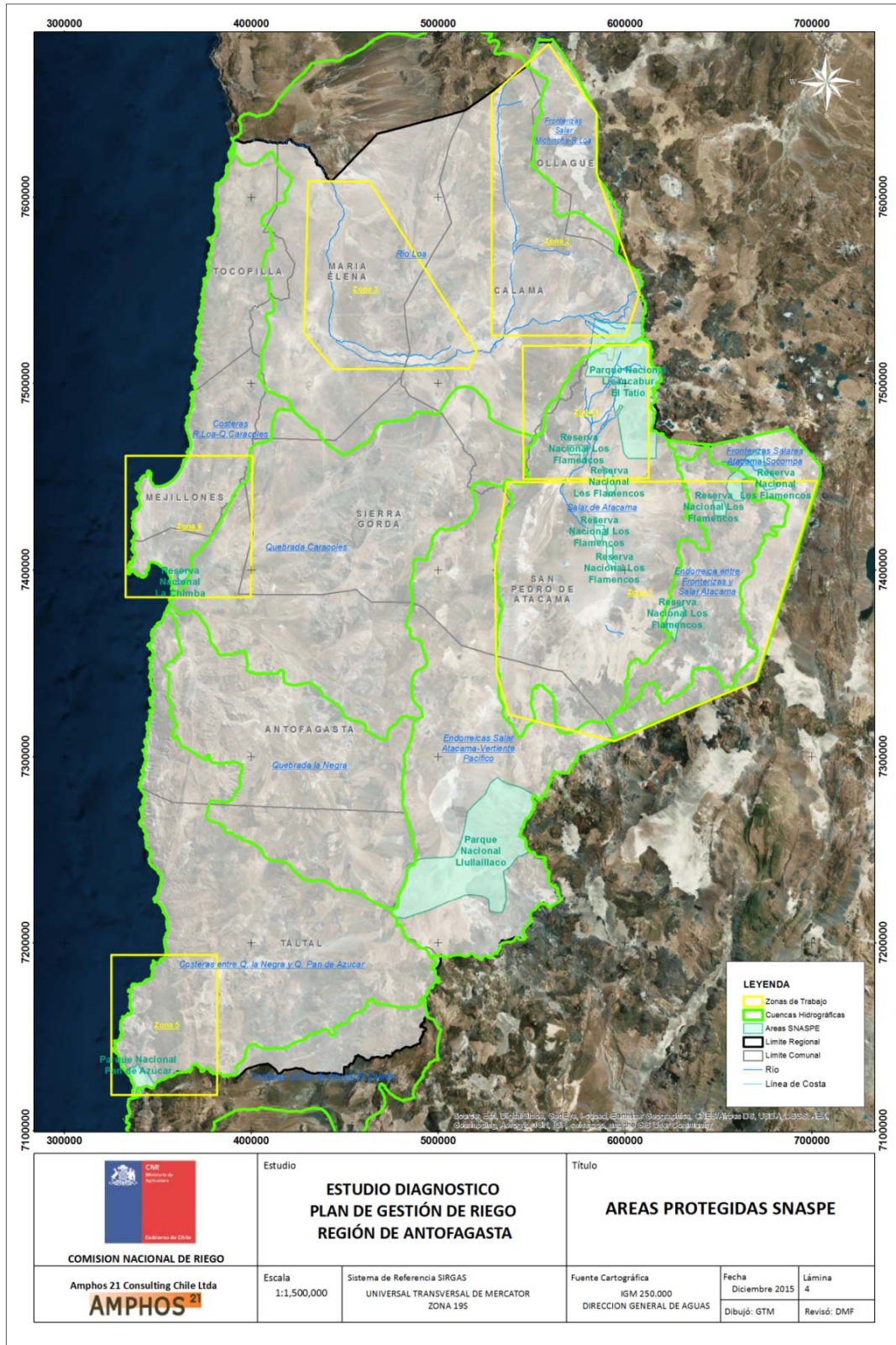


Fuente: Pliscoff, 2006.

3.7.7.2 Áreas de Protección Ambiental

La Región de Antofagasta cuenta áreas protegidas que constituyen 429.991 ha del territorio regional bajo protección oficial. Dentro de la región existen 338 ha de áreas marinas protegidas, específicamente, parques y reservas marinas. En la tabla siguiente, se presenta un resumen de las áreas de conservación oficiales de la Región de Antofagasta. En la figura siguiente se representa la ubicación espacial de estas zonas.

Figura 3-38 Ubicación de las áreas protegidas del SNASPE



Fuente: DGA, 2015.

Tabla 3-73 Áreas bajo protección oficial

Área	Nombre	Comunas	Superficie (Ha)	Superficie total (Ha)
Parque Nacional	Llullaillaco	Antofagasta	268.271	365.573
	Morro Moreno	Antofagasta	7.314	
	Pan de Azúcar	Taltal	12.387	
Reserva Nacional	Los Flamencos	San Pedro de Atacama	73.987	
	La Chimba	Antofagasta	2.583	
Monumento Natural	La Portada	Antofagasta	31	
Santuario de la Naturaleza	Valle de la Luna	San Pedro de Atacama	13.200	13.200
Sitios RAMSAR	Salar de Tara	San Pedro de Atacama	5.443	43.384
	Sistema Hidrológico de Soncor	San Pedro de Atacama	5.016	
	Salar de Aguas Calientes IV	Antofagasta	15.259	
	Salar de Pujsa	San Pedro de Atacama	17.396	
Bienes Nacionales Protegidos	Desembocadura del río Loa	Tocopilla	314	7.496
	Península de Mejillones	Mejillones	7.216	
	Isla Santa María	Antofagasta	86	
Parques y Reservas Marinas	Reserva Marina La Rinconada16	Antofagasta	338	338

Fuente: CONAF, 2015.

3.7.7.3 Áreas Prioritarias para la Conservación

La Región de Antofagasta cuenta con una serie de áreas declaradas relevantes para la protección y conservación de la biodiversidad. Dichas áreas constituyen superficies terrestres, marinas y costeras de alto valor para la conservación y uso sustentable de su biodiversidad, las cuales se caracterizan principalmente por su aporte a la representación de ecosistemas locales. En resumen, un sitio prioritario se define como un área en donde existe un alto grado de biodiversidad y ecosistemas únicos, sean estos terrestres o marinos (CONAMA, 2002).

En la tabla siguiente se entrega un listado con los sitios prioritarios definidos en la estrategia regional de la biodiversidad en el 2002 y sus principales características para la conservación de la biodiversidad local.

Tabla 3-74 Sitios prioritarios definidos en la Estrategia Regional de Biodiversidad

Nombre sitio prioritario	Comunas	Superficie (ha)	Principales características para la conservación
Valle de Quillagua	María Elena	1.821	Corredor biológico entre mar y puna (único en la región). Endemismo medio.
Desembocadura del río Loa	Tocopilla	10.857	Único ambiente estuario de la región. Importante sitio para la reproducción de especies. Endemismo Alto.
Salar de Ascotán	Ollagüe	23.043	Parte importante de la red de salares andinos. Especies en estado de conservación.
Cuenca Alta Río Loa	Calama - Ollagüe	207.448	Sitio de concentración de fauna de la puna y pre-puna. Parte importante de la cuenca del río Loa.
Oasis de Calama	Calama	4.575	Mayor Oasis de la región. Parte del corredor biológico río Loa

Nombre sitio prioritario	Comunas	Superficie (ha)	Principales características para la conservación
Geiser del Tatio	Calama – San Pedro de Atacama	83.951	Formaciones vegetales poco representadas en el SNASPE. Zona de alto interés turístico.
Ayllu de San Pedro de Atacama	San Pedro de Atacama	11.382	Principal Oasis de prepuna. Principal fuente de agua. Formaciones vegetales de especies vulnerables.
Alrededores de Volcán Licancabur	San Pedro de Atacama	93.934	Formaciones vegetales poco representadas en SNASPE. Fauna importante. Creciente intervención antrópica (turismo).
Península de Mejillones	Mejillones - Antofagasta	44.233	Zona de concentración de surgencias marinas. Flora endémica no representada en el SNASPE. Presión uso del borde costero.
Cuenca Salar de Atacama	San Pedro de Atacama	305.055	Salar más grande de Chile. Alta intervención antrópica. Importante sitio de reproducción. Una parte está integrada al SNASPE. RN Los Flamencos.
Laguna Lejía	San Pedro de Atacama	18.905	Este sitio corresponde a una extensión del salar de Atacama, vital en los periodos de alimentación, especialmente para flamencos.
Salar Punta Negra	Antofagasta	24.088	Sitio importante en la reproducción de avifauna vulnerable, especialmente flamencos.
Salar Aguas Calientes IV	Antofagasta	17.531	Lugar que forma parte del sistema de salares alto andinos. Sitio de reproducción y principalmente alimentación de avifauna andina.
Sector Costero Paposo	Taltal - Antofagasta	41.660	Este es uno de los sitios con mayor endemismo de la región. Importante cantidad de especies en peligro, la mayoría no representada en SNASPE.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de CONAMA, 2002.

Se presenta en la tabla siguiente los cinco sitios prioritarios definidos en el 2002 y su estado legal actual.

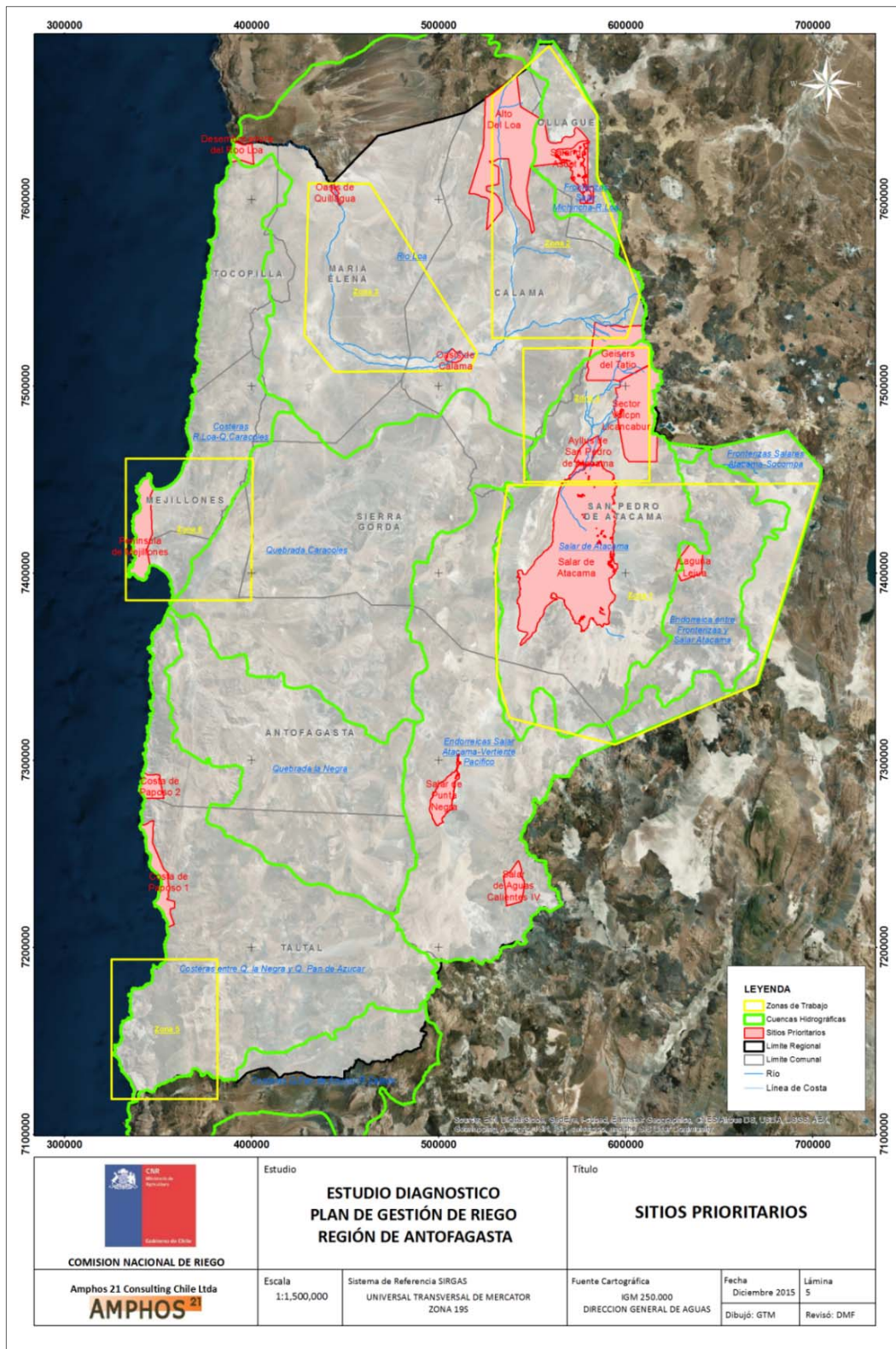
Tabla 3-75 Estado legal actual Sitios Prioritarios

Estado legal actual	
Sitio prioritario	Resultados al 2015
Península de Mejillones	Actualmente es un Bien Nacional Protegido DEX 664/28.12.07
Desembocadura del río Loa	Actualmente es un Bien Nacional Protegido DEX.661/16.12.05
Valle de Quillagua	Sin cambios.
Laguna Lejía	Actualmente es un Bien Nacional Protegido DEX 1524 29/12/2010
Salar de Aguas Calientes IV	Declarado Sitio RAMSAR en el 2009. Administrado por CONAF.

Fuente: CONAMA, 2002.

Las áreas protegidas de la Región de Antofagasta persiguen la protección y conservación de los recursos naturales y el patrimonio histórico. Por un lado, se ha visto que durante los últimos años el Gobierno, junto a la comunidad local e internacional, ha hecho un esfuerzo en proteger los recursos ambientales disponibles en el área, reconociéndolos como áreas de vital importancia para la mantención de los ecosistemas de la región. Por otro lado, estos esfuerzos se han visto estancados por la ausencia de nuevos estudios que permitan redefinir las prioridades planteadas hace más de 12 años, en cuanto a conservación de la biodiversidad regional (Ver figura siguiente).

Figura 3-39 Sitios Prioritarios para la Diversidad



Fuente: CONAMA, 2008.

Finalmente, algunos de los sitios prioritarios ya han alcanzado el estatus legal de protección, sin embargo, es importante reevaluar los sitios prioritarios incorporando nuevos datos estadísticos en cuanto a flora y fauna y estados de conservación para actualizar un listado de sitios de prioridad ambiental regional. A esto hay que agregar la fragmentación de las áreas protegidas (Jorquera-Jaramillo, 2012), en general la protección *in situ* dada en Chile destaca su individualidad, no el conjunto como deberían plantearse la mayoría de los ecosistemas encontrados en la región.

3.7.7.4 Problemas Ambientales

Los problemas ambientales identificados en la región tienen relación con la baja disponibilidad hídrica superficial y subterránea y la consiguiente presión sobre los recursos hídricos que ejercen las actividades económicas de minería, agricultura y servicios básicos. La actividad minera, además de hacer uso intensivo de los recursos hídricos para sus procesos internos, genera impactos ambientales derivados de la contaminación del aire y del agua, e impactos potenciales asociados a los pasivos ambientales mineros.

Por otro lado, la presencia de comunidades indígenas en la región es un factor importante ya que su cosmovisión sobre el manejo y la gestión de los recursos de la tierra y del agua no es compatible con la administración actual de los recursos naturales. Además, manifiestan abiertamente su desacuerdo cuando perciben que se amenaza su cultura ancestral. A continuación, se describen los principales problemas ambientales identificados en la Región de Antofagasta.

a) Pasivos ambientales mineros

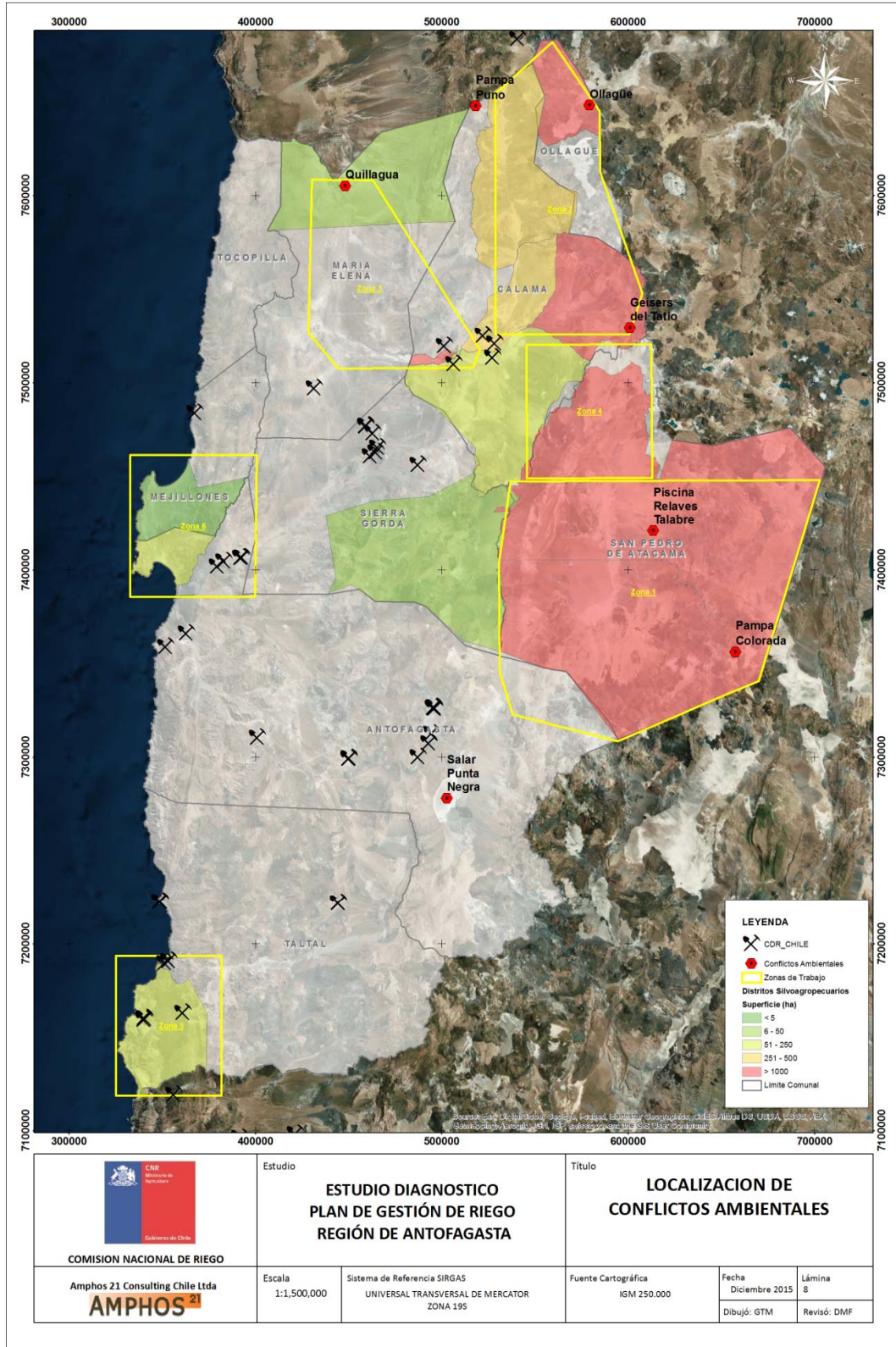
Los pasivos ambientales mineros se definen como aquella faena minera abandonada o paralizada, incluyendo sus residuos, lo que constituyen un riesgo importante para la salud de la población y del medio ambiente. El pasivo de mayor relevancia es el de relaves, ya que puede generar los mayores impactos.

La Región de Antofagasta, según datos entregados por SERNAGEOMIN, presenta un total de 55 depósitos de relaves, de los cuales 12 se encuentran activos, 23 inactivos y 20 abandonados. La Figura 3-40 presenta la distribución geográfica de los depósitos de relave.

La mayor cantidad de depósitos de relaves se encuentra fuera de las zonas de trabajo del plan. Sin embargo, existe una menor cantidad aledaña a algunas zonas de trabajo y otras derechamente en el interior de estas. Las Zonas que se encuentran vulnerables frente a algún evento ambiental que afecte los depósitos de relaves son todas, exceptuando las Zonas 1 y 4.

Los potenciales problemas ambientales están asociados al colapso de estas estructuras, producto de la ocurrencia de algún evento sísmico o de licuefacción, los que podrían romper su estabilidad dejando escapar masas de relaves capaces de avanzar grandes distancias a una elevada velocidad. Este colapso podría causar contaminación ambiental derivados de la contaminación por metales pesados.

Figura 3-40 Localización de depósitos de relave y conflictos ambientales



Fuente: SERNAGEOMIN, 2012.

Además, el colapso de un tranque de relave podría generar impacto en la interrupción del régimen hidrológico e hidrogeológico local, depositando relaves en la red hidrológica natural afectando los cursos naturales de las aguas (BNC, 2012). Finalmente, también se puede ver un impacto derivado de las labores mineras como socavones y piques, los cuales pueden afectar el flujo de las aguas subterráneas.

Los pasivos ambientales mineros generan también contaminación del suelo, lo que ha definido en la Política Ambiental de la Región de Antofagasta. Los pasivos ambientales mineros contaminan los suelos principalmente por percolados de relaves y por contaminantes minerales transportados por el viento.

b) Conflictos por el uso agua

Los principales conflictos ambientales relacionados con el uso del agua tienen relación con la disponibilidad y calidad del recurso. La escasez hídrica que afecta el territorio junto con la industria minera, son los principales causantes de los conflictos relacionados con el uso de agua, la que se ha traducido en un aumento de la competencia entre los usuarios del agua: agricultura, minería y suministro de agua potable.

i. Caso Piscina Talabre

En la cuenca del río Loa, que se caracteriza por ser la única cuenca exorreica que forma parte de las regiones I y II se localizan numerosos puntos de captación de agua que son propiedad tanto de empresas mineras, como de comunidades indígenas y personas naturales, además de ser la fuente de captación del suministro de agua potable de la región.

En el sector de Chiu Chiu en el Loa Alto, se identificó un conflicto ocurrido el año 2005 con la explotación minera Mansa Mina y la piscina del tranque de relaves que operaban. Estudios anteriores han demostrado el crecimiento del tranque de relave durante los últimos 40 años, acercándose cada vez más a las habitantes de la comunidad de Licanantay de San Francisco de Chiu Chiu.

Actualmente el tranque está ahora solo a 6 km del poblado de Chiu Chiu, y ha provocado la inundación de sitios arqueológicos debido a la expansión de la piscina, afectando también a vegas y bofedales, de propiedad ancestral de la comunidad indígena de San Francisco de Chiu Chiu. Además, según informa la comunidad, en las cercanías de la piscina ha aumentado la cantidad de polvo en suspensión, el cual contiene residuos contaminantes que saturan el aire del poblado (Yáñez, 2008).

Según información obtenida en actividades participativas, las comunidades agrícolas de Chiu Chiu atribuyen a este tranque los problemas en la baja de rendimiento de sus cultivos, especialmente el de zanahoria, debido a que el viento ha estado arrastrando material particulado desde el tranque de relaves hasta sus comunidades.

ii. Caso Pampa Puno

Similar al caso de Talabre, el proyecto Pampa Puno de CODELCO aprobado por el SEIA en el año 2005, busca captar las aguas en la cabecera del río Loa, para abastecer con recursos hídricos el plan de negocios de CODELCO norte. El proyecto tiene lugar en el límite norte de la comuna de Calama a 130 km de la ciudad, donde se emplaza un conjunto de vegas y bofedales protegidos por la resolución DGA. Según DGA (2003) estos acuíferos están declarados como zonas de

prohibición para mayores extracciones que las ya autorizadas o para la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento.

Según lo establecido en el proceso de calificación ambiental, la aducción de agua tiene una potencial afectación en las comunidades indígenas de Ollagüe, Conchi Viejo, Taira y Estación San Pedro por los trabajos del trazado. Los principales impactos se verían reflejados en los aspectos económicos del modo de subsistencia tradicional, la potencial afectación a sitios patrimoniales arqueológicos y religiosos de las comunidades, impactando con cortes de caminos, contaminación, como el tránsito de maquinaria que afecta el pastoreo y otras labores tradicionales.

El proyecto altera significativamente los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos. Durante los años 2012 y 2013 se pudieron corroborar las primeras afectaciones al modo de vida agro pastoril y al patrimonio sociocultural, expresadas en hechos como el daño al cementerio indígena pese a los constantes avisos del carácter sagrado del lugar por parte de la comunidad de Taira.

iii. Caso Quillagua

La comunidad de Quillagua corresponde a un poblado históricamente ligado a actividades agrícolas, principalmente a la producción de maíz y alfalfa. Sin embargo, los cultivos comenzaron a disminuir debido a una baja considerable en el caudal de aguas disponible para el riego. Esta disminución del recurso hídrico trajo consigo la venta de los terrenos por parte de los habitantes, finalizando en que hoy en día sólo el 10% de las tierras de cultivo están en manos de los habitantes de la localidad. Hoy en día Quillagua atraviesa una crisis ambiental generalizada, que ha visto grandes cambios que han alterado los ecosistemas del oasis (Bustos, 2005).

iv. Caso Salar de Punta Negra

Respecto de la cuenca del Salar de Atacama, uno de los principales conflictos detectados está ubicado en el Salar de Punta Negra. Este se caracteriza por grandes variaciones morfológicas, climatológicas y geológicas, presentando pequeñas lagunas someras. Estos sistemas vega-canal-laguna concentran gran cantidad de biodiversidad, abundancia de especies vegetales y animales, los cuales están sometidos a una dinámica natural compleja, seriamente afectada por la extracción de agua para la actividad minera. En este contexto, el Salar de Punta Negra es monitoreado como parte del Plan de Alerta Temprana de Monturaqui – Negrillar – Tilopozo de Minera Escondida.

A pesar de la información entregada por Minera Escondida sobre la no afectación al salar como consecuencia de sus procesos productivos, existen antecedentes de que este ha sido afectado por las extracciones mineras. Por ejemplo, se indica que Minera Escondida Ltda. secó el salar de punta Negra (Minería Chilena, 2011), provocando severos daños ambientales en el salar, agudizando el proceso de desecamiento y de reducción de nivel de las napas (Yáñez, 2008).

v. Caso Pampa Colorada

La zona de Pampa Colorada se ubica en el sector altiplánico a unos 160 km al sureste San Pedro de Atacama, sobre los 4.000 m.s.n.m. Ésta se encuentra dentro del área de desarrollo indígena "Atacama La Grande", y presenta atractivos paisajísticos y potencial turístico, donde se destacan: salar de Aguas Calientes II y la Laguna Tuyajto1.

Minera Escondida Ltda. ingresó al SEIA el Estudio de Impacto Ambiental “Suministro de Agua Pampa Colorada” el 9 de enero del 2007. Desde entonces las comunidades se opusieron atendiendo a dos aspectos fundamentales: el consumo de agua de 1.027 litros por segundo en una zona que ya sufre escasez, y la posesión de las tierras, pues donde estaba contemplado emplazar el proyecto correspondía a tierras en disputa entre el Estado y las comunidades indígenas atacameñas. El proyecto fue rechazado en la COREMA el 24 de octubre de 2007, con el rechazo de la I. Municipalidad de San Pedro de Atacama, SEREMI de Obras Públicas, Dirección Regional del SAG, Dirección Regional de la CONAF, y CONADI. A pesar del rechazo, la presión sobre las aguas sigue latente Vulnerabilidad ambiental en zonas de riego.

3.8 Caracterización de la Cuenca según Infraestructura de Riego y Desarrollo Agroproductivo Actual

En este apartado se presenta un análisis del estado actual de la infraestructura de riego extrapredial, considerando el estado de sistemas de canales de riego, las bocatomas, los sistemas de acumulación mayores y menores, entre otras características.

La información de infraestructura extrapredial ha sido recopilada desde tres fuentes principales de información: Dirección General de Aguas, Dirección de Obras Hidráulicas, Comisión Nacional de Riego y Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN).

En primera instancia se ha realizado un catastro de la infraestructura existente, incluyendo los sistemas de conducción, captación y acumulación. Posteriormente, se describe el estado actual de la infraestructura de acuerdo a la verificación realizada en terreno. El capítulo incluye también una descripción de los métodos de distribución de las aguas, tecnologías y monitoreo.

3.8.1 Infraestructura de Conducción

La infraestructura de riego extrapredial de la región se concentra en las comunas de Calama y San Pedro de Atacama, correspondientes a las Zonas 1, 2, 3 y 4 de la región, y corresponden principalmente a sistemas de canales. En las Zonas 5 de Taltal y 6 de Antofagasta no se ha desarrollado la infraestructura de conducción para riego.

La mayor parte de los canales existentes en los distintos territorios de la región son sobre lecho de tierra, sin sección uniforme, con mantención irregular, presencia de malezas desde leves a abundantes y caudal variable. Su vida útil no supera la temporada y la distribución del agua se hace con “tacos de piedra” (MOP, 2012).

Dentro de las obras de riego extrapredial destacan principalmente la construcción de canales matrices y secundarios en los distintos territorios agrícolas de la región. La construcción de estos canales se ha realizado a través de la Dirección de Riego (actual DOH) en hormigón simple desde la década del 60 hasta la fecha, y en albañilería en piedra canteada, por instituciones como el Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y la Corporación Nacional Indígena (CONADI).

De acuerdo a la información entregada por CNR (2015), en la Región de Antofagasta existen 353.178 metros lineales de canales de riego, cuyas principales fuentes hidrográficas son el río Loa

y San Pedro, y las quebradas de Cupo, Toconao y Soncor. Considerando las zonas de trabajos en que se ha realizado el estudio, el total de canales construidos se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 3-76 Longitud de canales por zona de trabajo

Zona de trabajo	Longitud de Canales
Zona 1	70.664
Zona 2	292.609
Zona 3	72.647
Zona 4	119.185

Fuente: CNR, 2015.

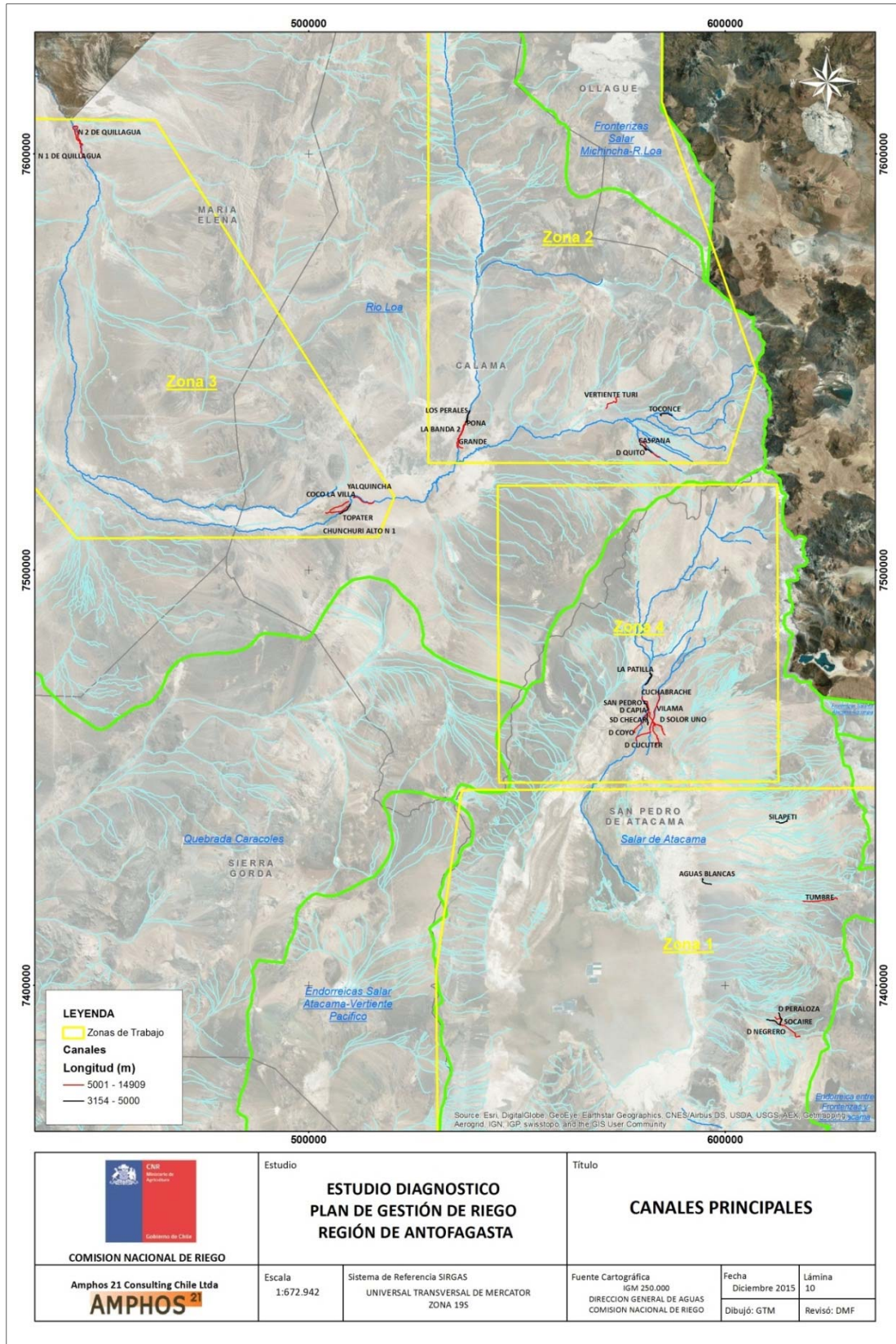
Los canales principales en cuanto a longitud, son canal Vilama, Canal Socaire, Canal N°1 de Quillagua, Canal San Pedro y Canal Tumbre. Todos poseen una extensión sobre los 8.000 m. En la Tabla 3-77, se presenta un resumen con las obras mayores a 3.000 m. En la Figura 3-41, se representa la distribución de los canales en la región.

Tabla 3-77 Canales principales de la región

Nombre del Canal	Nombre de la fuente hidrográfica	Longitud (km)
Vilama	Río Vilama	14,9
Socaire	Quebrada Patao De Socaire	10,1
N 1 de Quillagua	Río Loa	9,1
San Pedro	Río San Pedro	8,9
Tumbre	Quebrada Talabre	8,8
Grande	Río Loa	7,6
D Coyo	Río San Pedro	7,0
Caspana	Río Caspana	6,9
La Banda 2	Río Loa	6,9
N 2 de Quillagua	Río Loa	6,6
Chunchuri Alto N 1	Río Loa	6,2
D Cucuter	Río San Pedro	6,1
Yalquincha	Río Loa	5,9
D Solor Uno	Río San Pedro	5,4
Coco La Villa	Río Loa	5,2
Vertiente Turi	Vertiente Turi	5,2
Pona	Río Loa	4,9
D Quito	Río Caspana	4,7
Cuchabrache	Río San Pedro	3,9
Topater	Río Loa	3,8
D Negrero	Quebrada Patao De Socaire	3,8
La Patilla	Río San Pedro	3,7
Toconce	Río Toconce	3,6
D Peraloza	Quebrada Patao De Socaire	3,5
D Capia	Río San Pedro	3,3
Silapeti	Quebrada Silapeti	3,2
Los Perales	Río Loa	3,2
Sd Checar	Río San Pedro	3,2
Aguas Blancas	Quebrada Aguas Blancas	3,2

Fuente: CNR, 2015.

Figura 3-41 Canales principales



Fuente: CNR, 2015.

3.8.1.1 Zona 1

Esta zona abarca a las comunidades de Talabre, Peine, Socaire, Camar y Toconao, incluyendo todas las que se ubican dentro de esta última. En este sector, se ha catastrado un total de 70.664 metros longitudinales de canales de riego, cuyo estado actual varía sobre todo entre los más nuevos y los más antiguos.

En la siguiente tabla se organiza el catastro de canales de riego de la zona, por orden de longitud. Según la Tabla 3-78 y la Figura 3-42, el mayor sistema de canales de la zona, está ubicado en las comunidades de Socaire y Talabre.

La DGA (2012) estableció una superficie bajo riego total de 370 ha en las comunidades de Toconao, Talabre, Camar, Socaire y Peine.

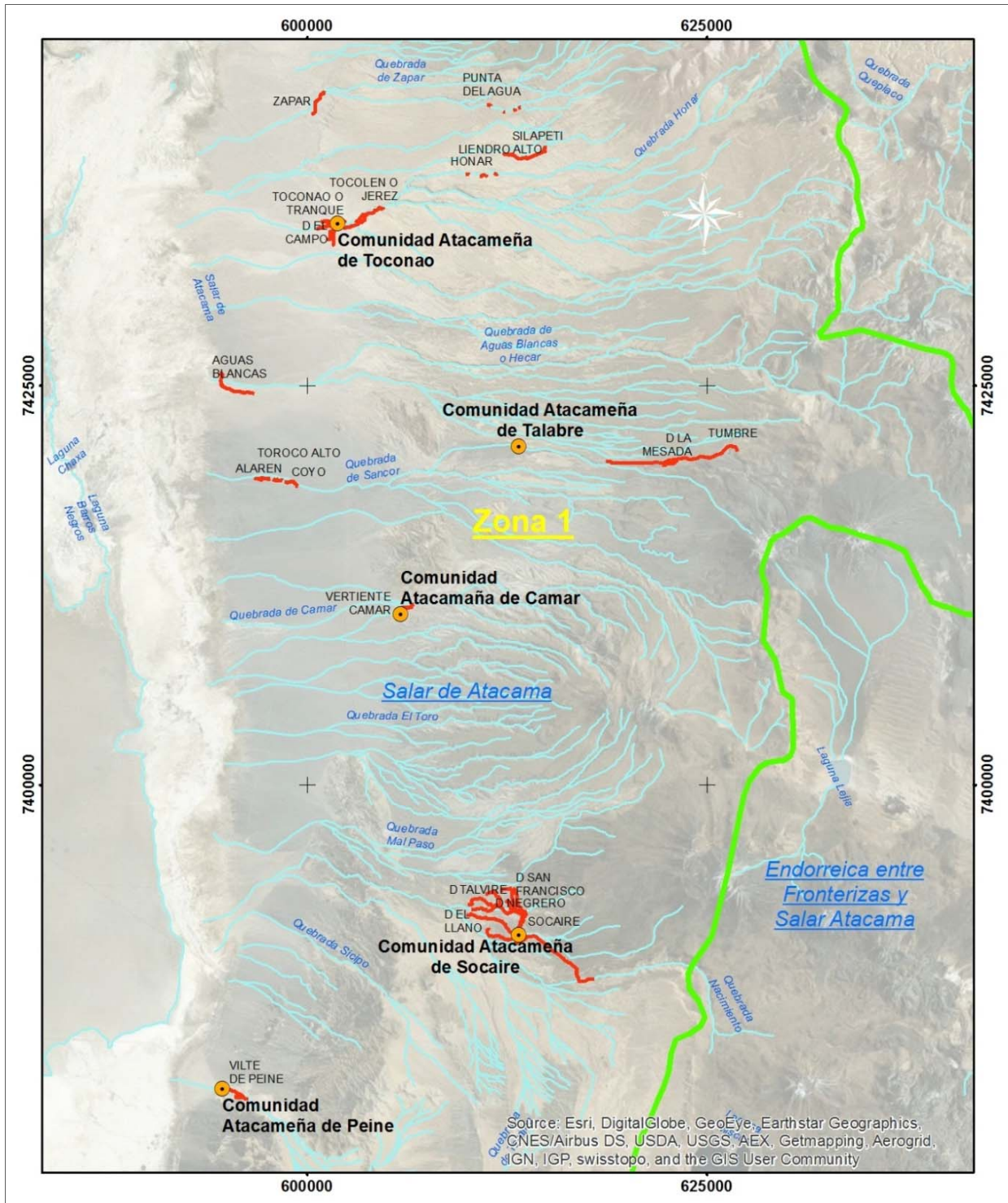
Tabla 3-78 Canales de riego Zona 1

Nombre del canal	Nombre de la fuente hidrográfica	Longitud (km)
Socaire	Quebrada Patao De Socaire	10,1
Tumbre	Quebrada Talabre	8,8
D Negrero	Quebrada Patao de Socaire	3,8
D Peraloza	Quebrada Patao de Socaire	3,5
Silapeti	Quebrada Silapeti	3,2
Aguas Blancas	Quebrada Aguas Blancas	3,2
Tocolen O Jerez	Quebrada Toconao	2,6
D El Llano	Quebrada Patao de Socaire	2,6
D Desierto	Quebrada Patao de Socaire	2,4
D San Francisco	Quebrada Patao de Socaire	2,3
Zapar	Quebrada Zapar	1,9
D Talvire	Quebrada Patao de Socaire	1,8
Tilomonte	Rio Tulán	1,8
D Compaia	Quebrada Patao de Socaire	1,8
Vertiente Camar	Vertiente Camar	1,7
Toconao O Tranque	Quebrada Toconao	1,6
D El Campo	Quebrada Toconao	1,6
Vilte De Peine	Vilte De Peine	1,6
Alaren	Quebrada de Soncor	1,2
D La Mesada	Quebrada Talabre	1,1
D Sta Rosa	Quebrada Patao de Socaire	0,9
D Jacate	Quebrada Toconao	0,9
D Pampa Grande	Quebrada Patao de Socaire	0,9
D Banda	Rio Tulan	0,9
Sd El Campo Nuevo	Quebrada Toconao	0,9
D Cocten Bajo	Quebrada Toconao	0,6
La Peaa	Quebrada de Soncor	0,6
D Peine	Vilte De Peine	0,6
D Cocten Alto	Quebrada Toconao	0,6
Coyo	Quebrada de Soncor	0,5
La Peaa Alto	Quebrada de Soncor	0,5

Nombre del canal	Nombre de la fuente hidrográfica	Longitud (km)
D Sta Maria	Quebrada Patao de Socaire	0,4
Vertiente Ossa de Peine	Vertiente Ossa de Peine	0,3
Sd El Campo Arriba	Quebrada Toconao	0,2
Silapeti Liendro	Quebrada Silapeti	0,3
Gonzalez Cary	Quebrada Toconao	0,3
Punta Del Agua	Quebrada Celeste	0,3
Liendro Cary	Quebrada Toconao	0,2
Honar	Quebrada Honar	0,2
Atite Uno	Quebrada Toconao	0,2
Poquiza	Quebrada Honar	0,2
Celeste Dos	Quebrada Celeste	0,2
Toroco Bajo	Quebrada De Soncor	0,2
Celeste Uno	Quebrada Celeste	0,2
Puca	Quebrada Celeste	0,2
Atite Dos	Quebrada Toconao	0,2
Cruz Cary	Quebrada Toconao	0,1
Liendro Bajo	Quebrada Honar	0,1
Cruz Honar	Quebrada Honar	0,1
Toroco Alto	Quebrada de Soncor	0,1
Liendro Alto	Quebrada Honar	0,09
Silvestre	Quebrada Honar	0,09

Fuente: CNR, 2015.

Figura 3-42 Sistemas de canales Zona 1



Fuente: CNR, 2015.

El estado actual de los sistemas de canales de la zona ha sido verificado en terreno registrando la información levantada mediante fichas de infraestructura (Anexo 14).

A continuación, se describen las principales características de los sistemas de la zona por comunidad.

a) Toconao

La zona de canales está dividida en tres áreas:

- Área Alta: Conformada por la quebrada de Jere, posee una superficie de cultivada de 10,5 ha aprox. La infraestructura de riego está constituida por un canal principal subdividido en ramales que totalizan 3.360 m. aproximadamente. La materialidad es mampostería en piedra con una sección de 40x40 cm.

Figura 3-43 Área alta de quebrada de Jere



Fuente: Elaboración propia.

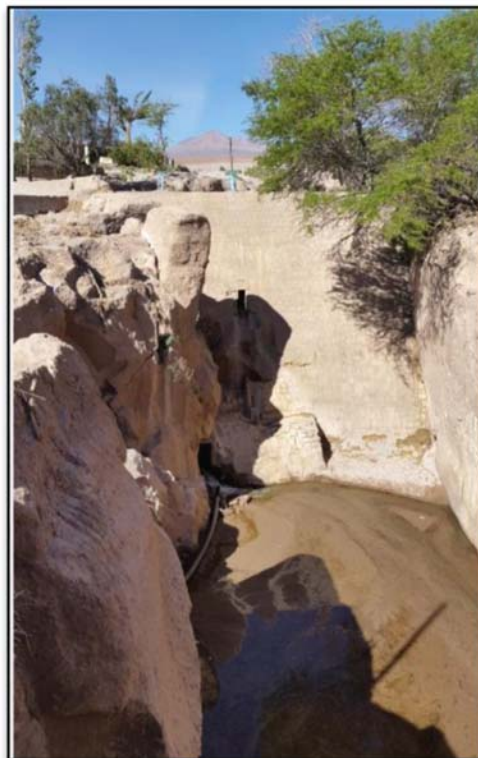
Figura 3-44 Franja destruida de la quebrada de Jere por crecidas en la época estival



Fuente: Elaboración propia.

- Área Central: Conformada por el tranque de acumulación. El tranque Toconao se encuentra en las inmediaciones de la zona urbana del pueblo de Toconao, posee una capacidad de 65.000 m³ de agua. Se compone de dos compuertas, la primera está en la parte inferior del muro. La segunda compuerta está ubicada en la parte superior del muro de contención.

Figura 3-45 Efecto en el tranque por crecida en febrero del 2012



Fuente: Elaboración propia.

- Área Baja: Comprende el sector del Bosque viejo y aguas abajo del tranque. Posee una aproximada de 34,5 ha.

Figura 3-46 Sector de Bosque Viejo



Fuente: Elaboración propia.

- b) Socaire Poblado que está a 3.500 m.s.n.m, a 25 km de Camar y a 86 km de San Pedro de Atacama. Cultivan principalmente en sistemas de terrazas y riego por inundación alimentado por canales de mampostería. Los principales cultivos son habas, maíz, quínoa y alfalfa.
- c) Peine: Se encuentra a 100 km al sur de San Pedro de Atacama y a unos 2.420 m.s.n.m. El agua se obtiene de la vertiente de Laguna Legía y es trasladada hacia el poblado para el consumo y riego de sus predios. Los cultivos principales son las hortalizas, choclos y alfalfa, y también se incorporado nuevos cultivos como tomate, acelga, perejil y cilantro.

Peine posee una vertiente llamada de Peine o Wilte en lo alto del pueblo, con un caudal de 1,8 l/s aprox. que riega 17,50 ha. Para asegurar el riego posee tres tranques, el Tranque Pailebote, que riega los sectores de “Adelante”, Kalal, Tonon y Kalatur, El Tranque Nacimiento que apoya al tranque Pailabote y Tranque de Kene que riega el sector de Kene principalmente con Alfalfa. Su sistema de cultivos es por eras o melgas y el riego es por canales mayormente de mampostería.

Figura 3-47 Tranque de Kene



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-48 Canales matrices de mampostería en Peine



Fuente: Elaboración propia.

- d) Camar: Se ubica a 70 km al sur de San Pedro de Atacama, ocupando parte de una quebrada a una altura de 3.000 m.s.n.m. Posee una población de 60 habitantes que se dedican a la labor de la ganadería y agrícola. Para el riego de sus cultivos de hortalizas se utiliza el agua de las vertientes de Camar.

Figura 3-49 Quebrada de Camar



Fuente: Elaboración propia.

3.8.1.2 Zona 2

En esta zona, los sistemas de canales se localizan en las comunidades de Cupo, Taira, Ayquina, Turi, Toconce, Caspana, Lasana y Chiu Chiu. No se han implementado canales de riego en el sector de Ollagüe.

De acuerdo a la información entregada por CNR (2015), en esta zona se cuenta con 90,6 km lineales de obras de conducción, siendo la zona de mayor desarrollo de obras de conducción en la región. La DGA (2012) informó en esta zona de un total de 401 ha de superficie bajo riego.

Dentro de la zona, los mayores sistemas están comprendidos por el Canal Grande y el Canal la Banda entre Lasana y Chiu Chiu. Además, son importantes en longitud el Canal Caspana, Vertiente Turi, Pona y D Quito. En la Figura 3-50 se presenta la ubicación espacial de los canales, en la que se puede apreciar la red de canales en las comunidades.

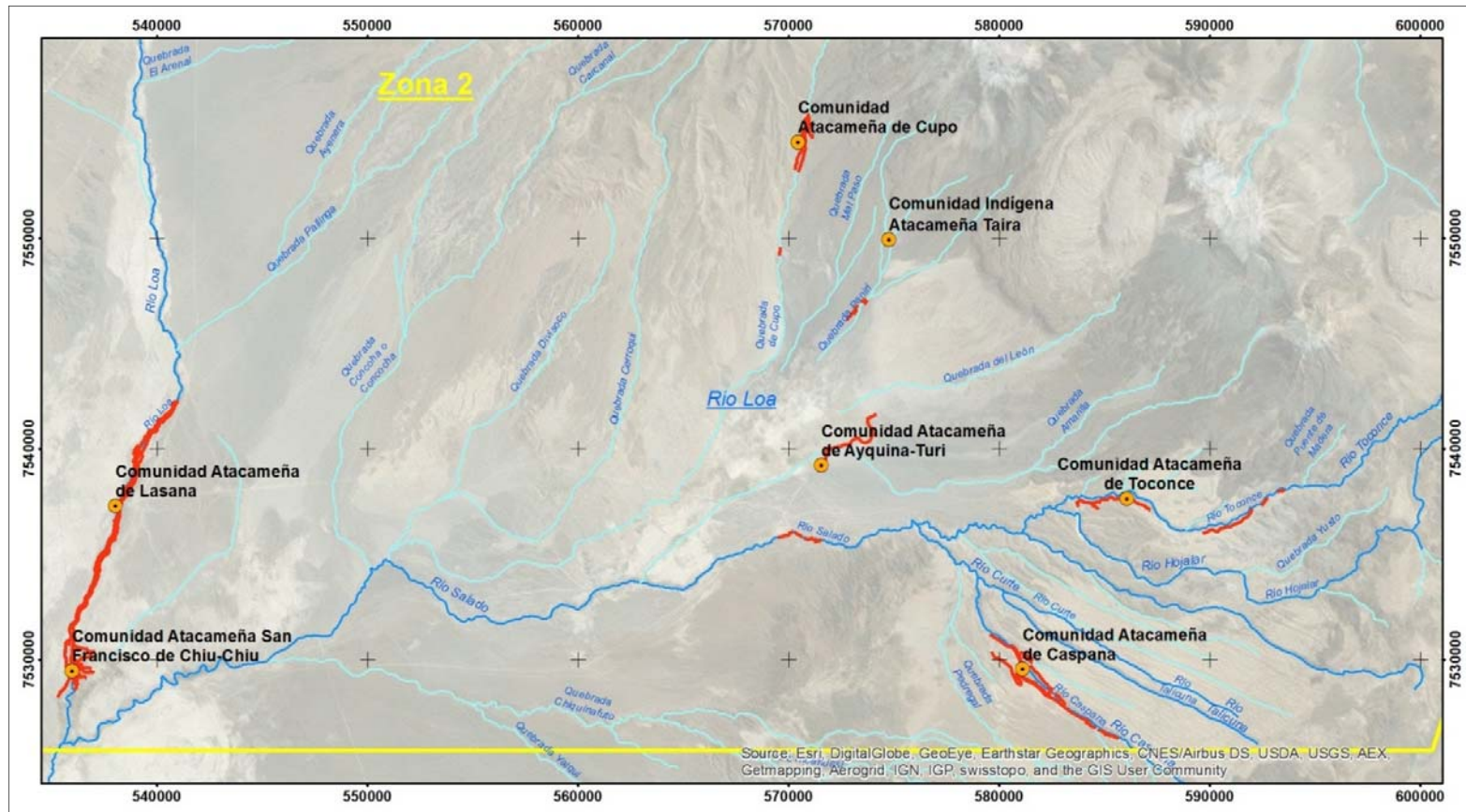
Tabla 3-79 Canales de riego Zona 2

Nombre del canal	Nombre de la fuente hidrográfica	Longitud (km)
Grande	Río Loa	7,5
Caspana	Río Caspana	6,9
La Banda 2	Río Loa	6,9
Vertiente Turi	Vertiente Turi	5,2
Pona	Río Loa	4,9
D Quito	Río Caspana	4,7
Toconce	Río Toconce	3,6
Los Perales	Río Loa	3,2
De Inga	Quebrada de Cupo	2,9
Patillon	Río Toconce	2,9
Buen Retiro	Río Loa	2,9

Nombre del canal	Nombre de la fuente hidrográfica	Longitud (km)
Meson	Quebrada de Cupo	2,7
Del Pueblo	Río Loa	2,4
San Antonio	Río Loa	2,3
Hrepic	Río Loa	1,9
D Tilbar	Río Caspana	1,8
Quilchire 2	Río Loa	1,4
Buen Retiro	Río Loa	1,3
Quichira	Río Loa	1,3
Pucara	Río Loa	1,3
Quilchire 1	Río Loa	1,3
San Martin	Quebrada de Cupo	1,2
Los Ramirez	Río Loa	1,2
Piar Alto	Río Loa	1,1
D Estanque	Río Toconce	1,1
La Represa	Río Caspana	0,9
Vertiente Socavon Panire	Vertiente Socavon Panire	0,9
Vertiente Estanque Grande	Vertiente Estanque Grande San Isidro	0,8
Vizcachilla	Río Caspana	0,8
D Pueblo Viejo	Vertiente Qda Chica	0,8
El Chilcar	Río Caspana	0,8
Pona Chico	Río Loa	0,8
Quilchire 1	Río Loa	0,7
Los Ramirez	Río Loa	0,7
San Juan Loa	Río Loa	0,6
Vertiente Arsipi	Vertiente Arsipi	0,6
El Lampayar	Río Caspana	0,6
El Pongo	Río Loa	0,6
Vertiente Qda Chica	Vertiente Qda Chica	0,6
Media Quebrada	Río Toconce	0,5
San Andres	Río Loa	0,5
Sta Rosa	Río Caspana	0,5
D Vertiente Grande	Vertiente Estanque Grande San Isidro	0,5
San Ramon	Río Loa	0,4
Vertiente Topain	Vertiente Topain	0,4
Vertiente Chauaral	Vertiente Chauaral	0,4
Triangulo	Río Loa	0,4
El Potrero	Río Toconce	0,3
Sta Faustina	Río Loa	0,3
Vertiente Panire	Vertiente Panire	0,3
D Panire Oriente	Vertiente Panire	0,3
Piar Bajo	Río Loa	0,3
Los Blancos	Río Loa	0,3
Callejón	Río Loa	0,2
El Trigal	Quebrada Panire	0,2
San Gregorio Loa	Río Loa	0,2
La Parroquia	Río Loa	0,2
Calvario	Río Loa	0,2
Chocala	Río Loa	0,2
Piar	Río Loa	0,1

Fuente: CNR, 2015.

Figura 3-50 Sistemas de canales Zona 2



Fuente: CNR, 2015.

A continuación, se describe el estado actual de la infraestructura de canales de la zona 2, recopilado a partir de antecedentes de terreno y de la información proporcionada por el coordinador regional CNR.

- a) Caspana: Ubicada a 85 km al norte de la ciudad de Calama, recibe sus aguas del río con el mismo nombre, afluente del río Salado. Posee sistema agrícola por terrazas, riego por inundación, alimentado con canales extra e intrapredial de mampostería principalmente.

Figura 3-51 Infraestructura de riego y sistema agrícola de Caspana



Fuente: Elaboración propia.

Los problemas con las crecidas en la época estival son recurrentes en el sector de la bocatoma como se muestra a continuación.

- b) Ayquina-Turi:
- Ayquina está ubicada a 74 km de Calama y a una altura de 3.000 m.s.n.m. en una quebrada que desemboca en el río Salado, afluente del río Loa. Sus habitantes se dedican principalmente a la ganadería y agricultura (maíz y alfalfa principalmente) por medio de terrazas regadas por el río Salado.
 - En Turi los sistemas de cultivos están conformados por eras regadas por canales intraprediales de mampostería y tierra y extraprediales de concreto en donde se cultiva principalmente alfalfa.

Figura 3-52 Río Salado y cultivo por terrazas en Ayquina



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-53 Canal de riego intrapredial (izq.) y extrapredial (der) en Turi



Fuente: Elaboración propia.

- c) Lasana: Valle ubicado a 40 km al noreste de la Calama. Tiene una población de 250 habitantes. Se caracteriza por tener una agricultura en base a maíz y hortalizas como acelgas, cebollín, lechugas, zanahorias, betarragas entre otros, además destaca la ganadería de llamas y ovinos.

La unidad predial es la era o tablón, regado por canales de tierra y en algunos casos existen canal intraprediales de concreto, todos los canales matrices son de concreto en buen estado.

Figura 3-54 Agricultura y sistemas de conducción de Lasana



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-80 Canales correspondientes a Lasana

Nombre del canal	DAA (m³ año⁻¹)	Superficie de riego (ha)
Canal Buen Retiro	307.578	22,84
Canal Los Perales	159.282	12,92
Canal Los Ramírez	117.304	9,56
Canal Pona	601.304	44,16
Canal Quilchira	61.282	2,25
Canal Quichiri	147.332	9,88
Canal San Antonio	39.052	4,68

Fuente: CNR, 2015.

- d) Chiu Chiu: El pueblo de Chiu Chiu se encuentra ubicado a 30 km de Calama, a una altura de 2.525 m.s.n.m. se caracteriza por cultivar zanahoria, maíz, en sistema de “eras” y hortalizas bajo invernadero. Los sistemas de conducción corresponden a canales de concreto matrices y canales intraprediales mayormente de tierra.

Figura 3-55 Canales de Chiu Chiu



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-81 Canales sector de Chiu Chiu

Nombre del canal	DAA (m ³ año ⁻¹)	Superficie regada (ha)
La Banda Ramal Los Blancos de Chiu Chiu	191.347	14,36
Grande de Lasana y Chiu Chiu	422.980	59,58
Grande Ramal Callejón	131.776	
Grande Ramal N° 3 El Piar	98.134	
Grande Ramal El triángulo	204.608	
Grande Ramal N°4 Pukará	575.638	
Grande Ramal N°6 San Andrés	168.190	
Grande Ramal San Juan	275.220	
El Pueblo de Chiu Chiu	442.576	
El Pueblo Ramal Santa Faustina Chiu Chiu	58.928	4,28
El Pueblo Ramal Cochala	12.788	
El Pueblo Ramal El Calvario	15.012	
El Pueblo Ramal La Parroquia	25.854	
El Pueblo Ramal Pongo	341.413	
El Pueblo San Ramón		

Fuente: CNR, 2015.

3.8.1.3 Zona 3

La zona 3 comprende la localidad de Quillagua y al área de Calama, cuenta con un total de 72.647 metros de obras de conducción. Las obras más importantes están localizadas en el Oasis de Quillagua y corresponden a los canales N1 y N2 de Quillagua.

En Calama también hay canales de gran longitud, tales como el Chunchuri Alto N1, Yalquincha y Coco La Villa. En la Tabla 3-82, se presenta una síntesis de todos los canales implementados en la Zona 3.

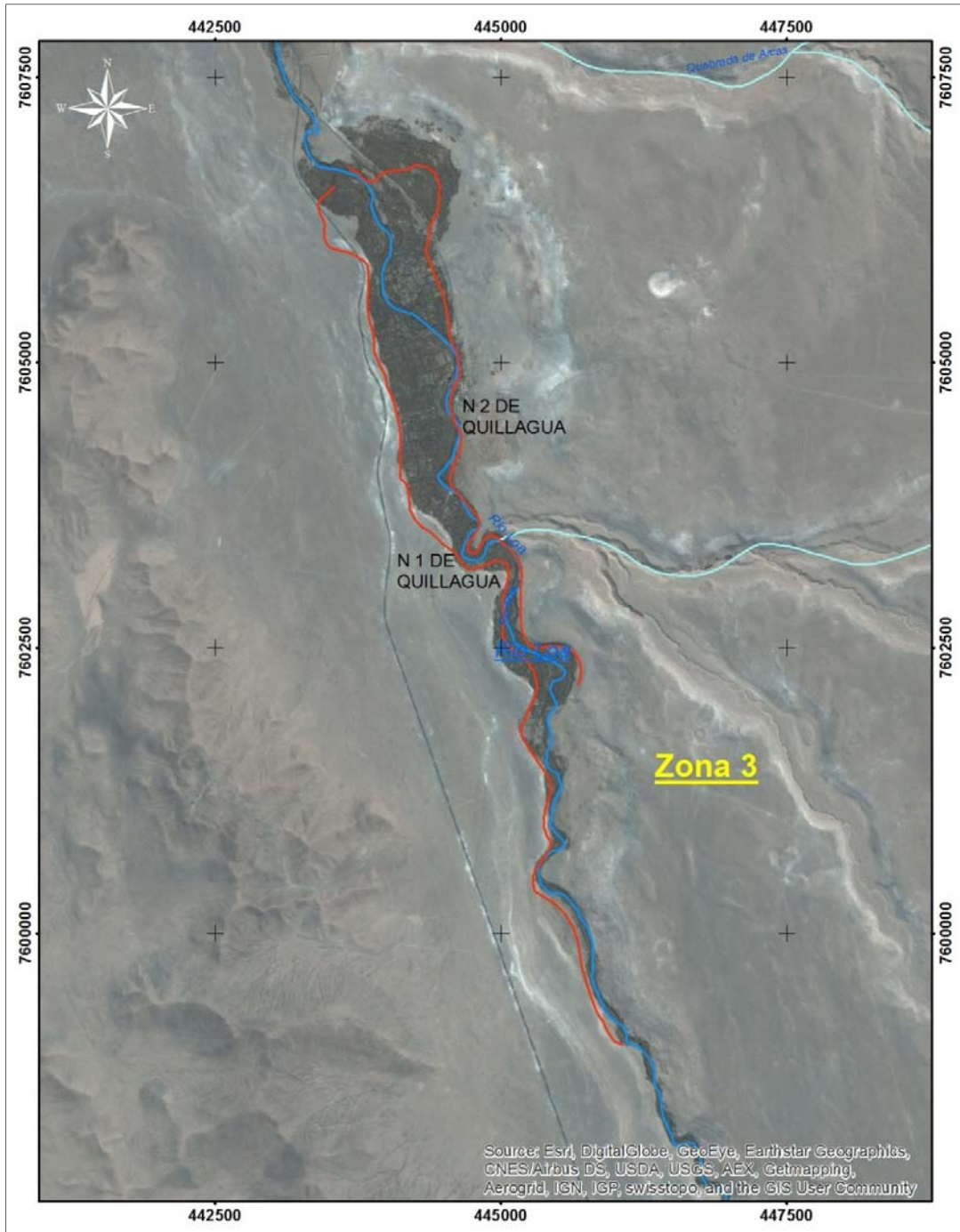
Tabla 3-82 Canales de riego Zona 3

Nombre del canal	Nombre de la fuente hidrográfica	Longitud (m)
N 1 de Quillagua	Río Loa	9,1
N 2 de Quillagua	Río Loa	6,6
Chunchuri Alto N 1	Río Loa	6,2
Yalquincha	Río Loa	6,0
Coco La Villa	Río Loa	5,2
Topater	Río Loa	3,8
Berna	Río Loa	3,0
Chunchuri Antiguo	Río Loa	3,0
Nuoez	Río Loa	2,6
Chunchuri Alto N 2	Río Loa	2,4
La Prensa	Río Loa	2,2
Cardoso	Río Loa	2,1
Radic	Río Loa	1,8
Chañar	Río Loa	1,6
Tronco	Río Loa	1,6
La Bandita	Río Loa	1,6
Lay Lay	Río Loa	1,5
Banda Radic	Río Loa	1,4
Bilbao	Río Loa	1,3
Dupont	Río Loa	1,2
Chunchuri Bajo	Río Loa	1,1
Sta Rosa Loa	Río Loa	1,1
Coco	Río Loa	1,1
15 A	Río Loa	0,9
La Banda	Río Loa	0,9
Turbinas	Río Loa	0,9
17 A	Río Loa	0,8
Berna Lay Lay	Río Loa	0,7
Quinta El Bosque	Río Loa	0,5
Carvajal O Terraza	Río Loa	0,4
La Finca	Río Loa	0,4
Tambores	Río Loa	0,3

Fuente: CNR, 2015.

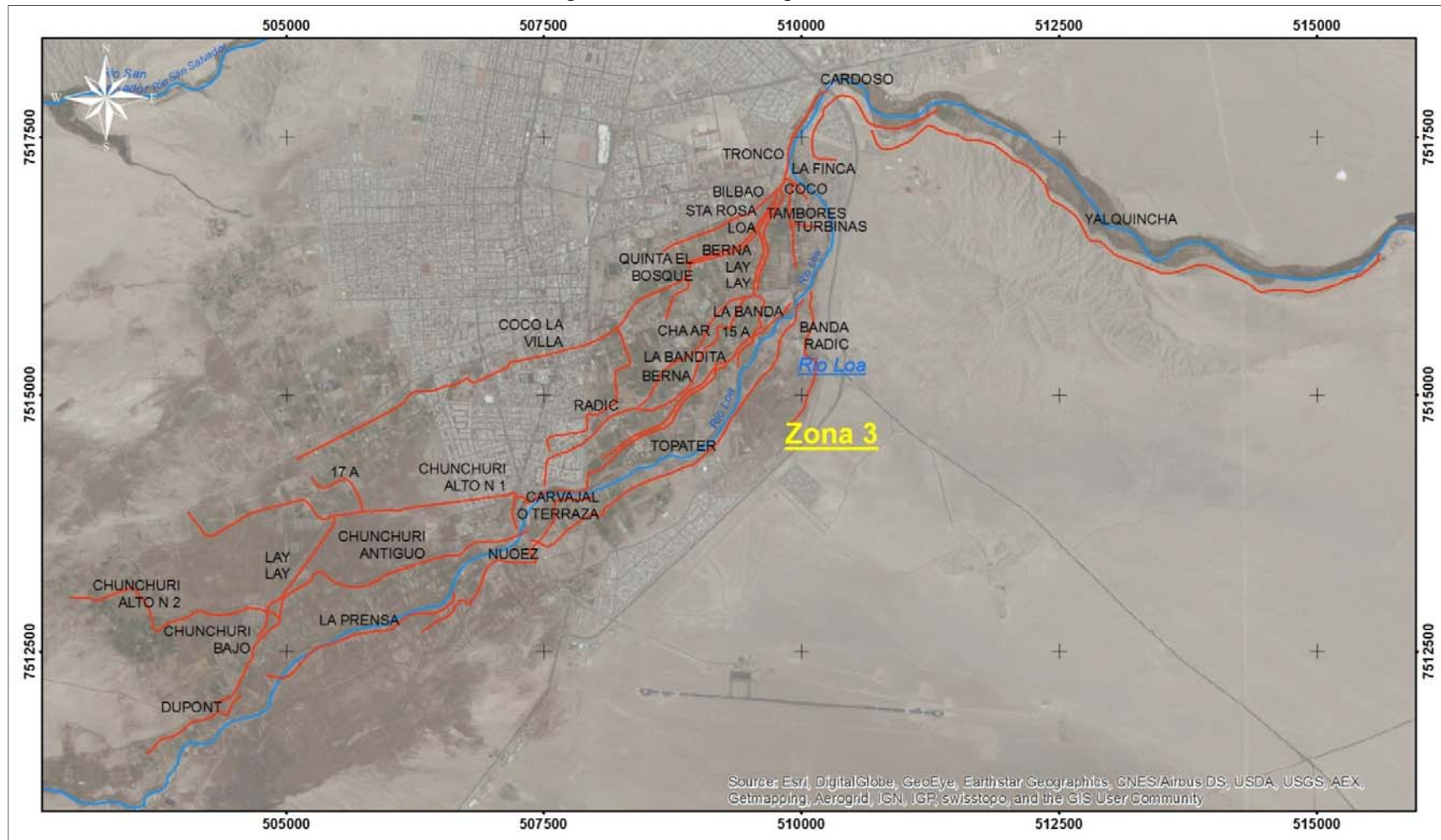
De acuerdo a lo informado por DGA (2012), en la zona de Calama, la red de canales combina canales antiguos, que debieran estar sin uso, con canales más recientes revestidos. La superficie bajo riego en el Valle de Calama, alcanzaba las 1.113 ha y unas 150 ha en el Oasis de Quillagua. En la Figura 3-56 y la Figura 3-57 se presenta espacialmente ambas redes de conducción de aguas para riego:

Figura 3-56 Canales de riego sector Quillagua



Fuente: CNR, 2015.

Figura 3-57 Canales de riego Calama



Fuente: CNR, 2015.

- a) Quillagua: Se encuentra a 280 km de Antofagasta y posee una población de 104 habitantes. Caracterizada en la antigüedad por cultivar alfalfa y maíz, en la actualidad sólo destacan iniciativas de lechuga hidropónica, potenciadas por empresas mineras. Posee dos canales de riego que datan de la década del 60, revestidos en concreto. El canal 1 posee una longitud de 9.105 m, con un caudal de derecho de aprovechamiento de agua (DAA) de 1,3 hm³/año y el canal 2 posee una longitud de 6.549 m con un caudal de DAA de 190.240 m³/ año. Actualmente los canales enfrentan problemas de abastecimiento de agua en los meses de septiembre a abril.

Figura 3-58 Cultivos de lechuga hidropónica en invernadero y sistema NFT, Quillagua



Fuente: Elaboración propia.

- b) Calama: La agricultura en Calama se caracteriza por ser de subsistencia, en sistemas de eras o tablones de alrededor de 800 m², el sistema de riego es por inundación, proporcionado por canales de tierra intraprediales y canales matrices de concreto. Los principales y únicos cultivos que se dan en la zona son el maíz calameño y la alfalfa, debido a la calidad del agua.
- Canal Tronco: Canal de concreto con una longitud de 1.603 m, un caudal de DAA de 803.600 m³/año, para regar 56 ha.

Figura 3-59 Canal y bocatoma Tronco



Fuente: Elaboración propia.

Canal Tambores: Canal de concreto con una longitud de 274 m, un caudal de DAA de 994.950 m³/año, para regar 69,5 ha.

Figura 3-60 Bocatoma canal Tambores



Fuente: Elaboración propia.

- Canal Bilbao: Canal de concreto con una longitud de 1.262 m, un caudal de DAA de 384.580 m³/año, para regar 32,6 ha.

Figura 3-61 Bocatoma canal Bilbao



Fuente: Elaboración propia.

- Canal Berna: Canal de concreto con una longitud de 2.993 m, un caudal de DAA de 1,7 hm³/ año, para regar 190,56 ha

Figura 3-62 Bocatoma canal Berna



Fuente: Elaboración propia.

- Canal Coco La Villa: Canal de concreto con una longitud de 5.214 m, un caudal de DAA de 2,2 hm³/ año, para regar 181 ha.

Figura 3-63 Bocatoma canal Coco La Villa



Fuente: Elaboración propia.

- Canal Quinta el Bosque: Canal de concreto con una longitud de 502 m, un caudal de DAA de 125.993 m³/ año, para regar 8,78 ha.

Figura 3-64 Bocatoma canal Quinta el Bosque



Fuente: Elaboración propia.

- Canal Radic: Canal de concreto con una longitud de 1.830 m, un caudal de DAA de 0,9 hm³/año, para regar 80,82 ha.

Figura 3-65 Bocatoma canal Radic



Fuente: Elaboración propia.

- Canal Chañar: Canal de concreto con una longitud de 1.625 m, un caudal de DAA de 1,5 hm³/año, para regar 90,44 ha.

Figura 3-66 Bocatoma canal Chañar



Fuente: Elaboración propia.

- Canal Chunchuri Bajo: Canal de concreto con una longitud de 1.122 m.

Figura 3-67 Bocatoma canal Chunchuri Bajo



Fuente: Elaboración propia.

- Canal La Prensa: Canal de concreto con una longitud de 1.603 m.

Figura 3-68 Bocatoma canal La Prensa



Fuente: Elaboración propia.

- Canal Topater: Canal de concreto con una longitud de 3.836 m, un caudal de DAA de 3,2 hm³ /año, para regar 237,6 ha.

Figura 3-69 Bocatoma canal Topater



Fuente: Elaboración propia.

- Canal Núñez: Canal de concreto con una longitud de 2.598 m.

Figura 3-70 Bocatoma canal Núñez



Fuente: Elaboración propia.

- Canal Yalquincha: Canal de concreto con una longitud de 5.899 m, un caudal de DAA de 567.840 m³/año, para regar 100 ha.

Figura 3-71 Bocatoma canal Yalquincha



Fuente: Elaboración propia.

- Canal Carvajal: Canal de concreto con una longitud de 351 m.

Figura 3-72 Bocatoma del canal Carvajal



Fuente: Elaboración propia.

- Canal Chunchuri alto: Canal de concreto con una longitud de 2.415 m.
- Canal Dupont: Canal de concreto con una longitud de 1.180 m.
- Canal Lay Lay – La Banda: Canal de concreto con una longitud de 1.449 m.

Figura 3-73 Bocatoma canal Lay Lay – La Banda



Fuente: Elaboración propia.

3.8.1.4 Zona 4

La Zona 4 considera a San Pedro de Atacama y sus comunidades y asociaciones, y a la comunidad de río Grande. En ambos sectores, la CNR (2015) tiene un registro total de 119.815 metros lineales de obras de conducción de aguas para riego. En el sector de San Pedro, el canal más importante en cuanto a longitud es el canal Río Vilama, con una extensión de 14.909 metros en torno al río del mismo nombre. El siguiente canal en importancia por su longitud es el Canal San Pedro. En la siguiente tabla se presenta una síntesis de todos los canales de la Zona 4, incluyendo una organización de menor a mayor en cuanto a su longitud.

Tabla 3-83 Canales de riego Zona 4

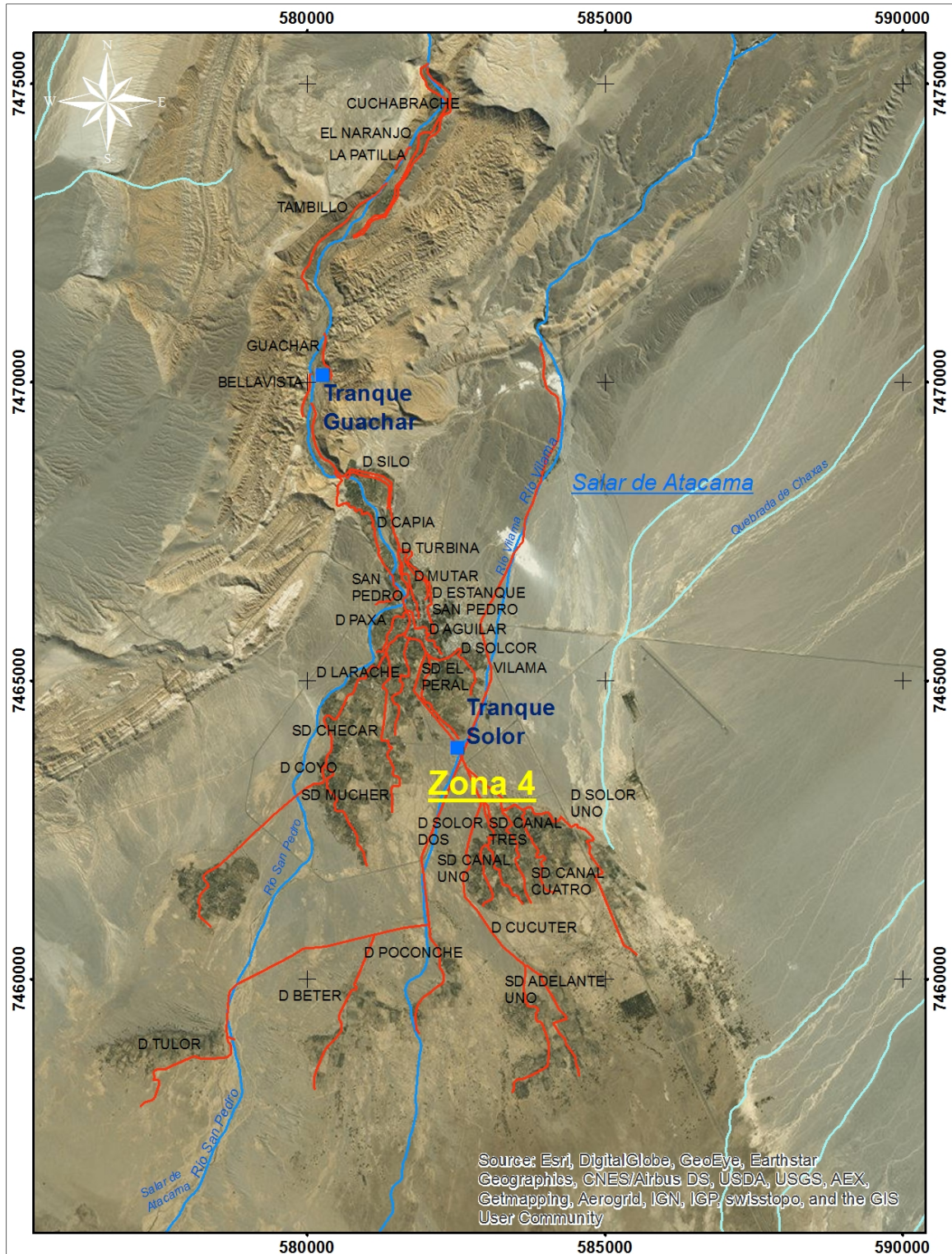
Nombre del canal	Nombre de la fuente hidrográfica	Longitud (km)
Vilama	Río Vilama	14,9
San Pedro	Río San Pedro	8,9
D Coyo	Río San Pedro	7,0
D Cucuter	Río San Pedro	6,1
D Solor Uno	Río San Pedro	5,4
Cuchabrache	Río San Pedro	4,0
La Patilla	Río San Pedro	3,7
D Capia	Río San Pedro	3,3
Sd Checar	Río San Pedro	3,2
D Beter	Río Vilama	3,0
Peoaliri	Río Peraliri o Machuca	2,6
D Tulor	Río Vilama	2,5
Tambillo	Río San Pedro	2,5
Sd Adelante Uno	Río San Pedro	2,4
D Solor Dos	Río San Pedro	2,2
Huertillo	Río Grande	2,2
Sd Mucher	Río San Pedro	2,1
D Poconche	Río Vilama	2,1
D Larache	Río San Pedro	2,0
Sd Canal Cuatro	Río San Pedro	1,9
Sd Canal Tres	Río San Pedro	1,8
D Estanque San Pedro	Río San Pedro	1,8
Juntas	Río de Jauna	1,8
Sd El Peral	Río San Pedro	1,7
D Solcor	Río San Pedro	1,6
San Juan	Río de Jauna	1,4
Comunal	Río Grande	1,3
D Aguilar	Río San Pedro	1,3
D Silo	Río San Pedro	1,3
Sd Canal Uno	Río San Pedro	1,3
San Paulo	Río de Jauna	1,2
Caracoles	Río Grande	1,2
D Turbina	Río San Pedro	1,1
D Mutar	Río San Pedro	1,1
Sta Cruz	Río Grande	1,1
D Paxa	Río San Pedro	1,0

Nombre del canal	Nombre de la fuente hidrográfica	Longitud (km)
Santiago Rio Grande	Río Grande	1,0
La Greda	Río Salado	1,0
Turicapo	Río Salado	0,9
Dos Corrales	Río Grande	0,9
Guachar	Río San Pedro	0,9
El Trigo	Río Puritama	0,8
Bellavista	Río San Pedro	0,8
San Isidro	Río Grande	0,8
San Bartolo	Río Grande	0,8
Algarrobo	Río Grande	0,7
San Juan De Purifica	Río Purifica	0,7
San Isidro De Puritama	Río Puritama	0,6
Tolanche	Río Grande	0,6
Puntas Negras	Río Purifica	0,5
Alfar Grande	Río Grande	0,5
Pie De La Cuesta	Río Grande	0,5
El Naranja	Río San Pedro	0,5
San Gregorio	Río Salado	0,5
La Flor	Río Salado	0,5
La Banda Puritama	Río Puritama	0,4
Tao Tao	Río Grande	0,3
Cachiyuyal	Río Grande	0,2
Turipite	Quebrada Turipite	0,2
Sta Lucia	Río Pecaliri o Machuca	0,2
Lique	Quebrada Turipite	0,2
Crucijada	Río Salado	0,2
Colque	Quebrada Turipite	0,2

Fuente: CNR, 2015.

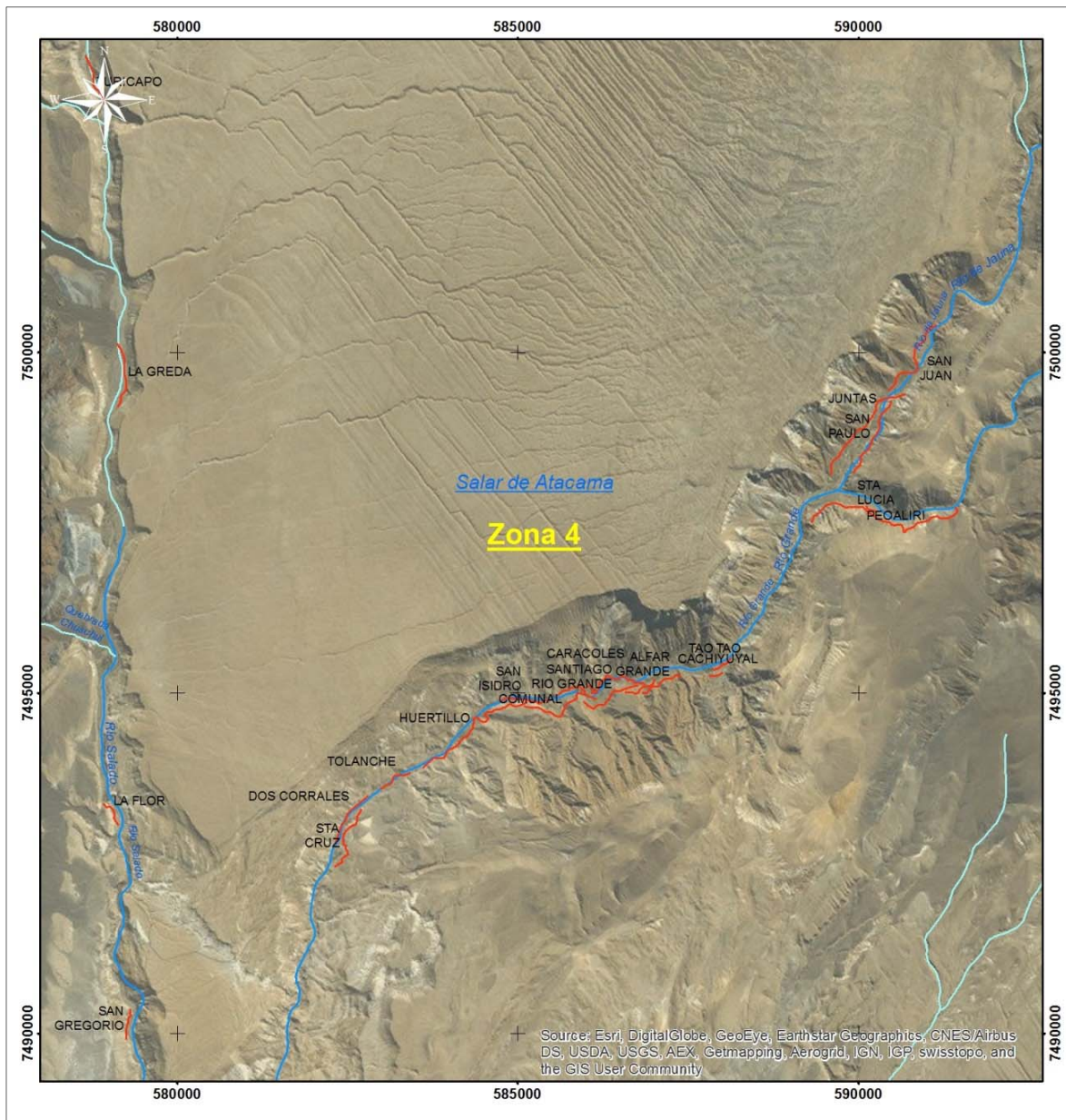
En las figuras siguientes se ha representado la distribución espacial de los canales mencionados.

Figura 3-74 Canales de riego Zona 4, San Pedro de Atacama



Fuente: CNR, 2015.

Figura 3-75 Canales de riego Zona 4, sector Río Grande



Fuente: CNR, 2015.

- a) Canales San Pedro de Atacama: Los principales ríos son el río San Pedro y Vilama. El río San Pedro se genera de la confluencia de los ríos Grande, que viene del noreste, y del Salado, que proviene del noroeste. Esta unión se produce a unos 12 km aguas arriba del pueblo de San Pedro de Atacama. A su vez, el río Grande proviene de la reunión en la alta cordillera de los ríos Jauna y Putana. El río Vilama tiene un cauce paralelo al San Pedro, pero desemboca unos 5 km al oriente de la desembocadura del San Pedro y se origina en Guatín, a unos 22 km al norte del pueblo de San Pedro de Atacama, de la confluencia de los ríos Purifica y Puritama, a 3.370 m.s.n.m.

La agricultura de la zona se caracteriza por sistemas de numerosos canales extra prediales de concreto y mampostería, los cuales sirven para cultivar alfalfa, maíz y papa principalmente.

Figura 3-76 Canales de San Pedro de Atacama



Fuente: Elaboración propia.

3.8.1.5 Estado de Canales

Como se ha mencionado, en actividades de terreno fue revisado el estado actual de algunos de los canales de riego, a través de la aplicación de fichas de terreno, las que se han adjuntado en el Anexo 14. El resumen de información recogida a partir de las fichas, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3-84 Estado de canales de riego

Nombre del canal	Localidad	Material de construcción	Estado (Bueno-Malo-Regular)	Superficie regada Ha	Capacidad m ³ /año
Canal La Prensa	Calama	Revestimiento de concreto	Bueno	150,0	1.004.500
Canal Lay Lay - La Banda	Calama	Revestimiento de concreto	Bueno	130,0	2.541.098
Canal Núñez	Calama	Revestimiento de concreto	Bueno	200,0	3.445.915
Canal Quinta El Bosque	Calama	Revestimiento de concreto	Bueno	8,8	125.993
Canal Radic	Calama	Revestimiento de concreto	Bueno	80,8	984.064
Canal Tambre (Canal Tronco)	Calama	Revestimiento de concreto	Bueno	69,5	994.950
Canal Topater	Calama	Revestimiento de concreto	Bueno	237,6	3.410.134
Canal Tronco	Calama	Revestimiento de concreto	Bueno	56,0	803.600
Canal Yalquincha	Calama	Revestimiento de concreto	Bueno	100,0	1.435.000
Canal Matriz Caspana	Calama	Construido de Mampostería	Malo	35,5	s/i
La Banda Ramal Los Blancos de Chiu Chiu	Chiu Chiu	Revestimiento de concreto	Bueno	298,0	s/i
Grande de Lasana y Chiu-Chiu	Chiu Chiu	Revestimiento de concreto	Bueno		
Grande Ramal Callejón	Chiu Chiu	Revestimiento de concreto	Bueno		
Grande Ramal El Triángulo	Chiu Chiu	Revestimiento de concreto	Bueno		
Grande Ramal N°4 Pukará	Chiu Chiu	Revestimiento de concreto	Bueno		
Grande Ramal N°6 San Andrés	Chiu Chiu	Revestimiento de concreto	Bueno		
Grande Ramal San Juan	Chiu Chiu	Revestimiento de concreto	Bueno		
El Pueblo de Chiu Chiu	Chiu Chiu	Revestimiento de concreto	Bueno		
El Pueblo Ramal Santa Faustina Chiu Chiu	Chiu Chiu	Revestimiento de concreto	Bueno		
El Pueblo Ramal Cochala	Chiu Chiu	Revestimiento de concreto	Bueno		
El Pueblo Ramal El Calvario	Chiu Chiu	Revestimiento de concreto	Bueno		
El Pueblo Ramal La Parroquia	Chiu Chiu	Revestimiento de concreto	Bueno		
Grande Ramal N° 3 El Piar	Chiu Chiu	Revestimiento de concreto	Bueno		
El Pueblo Ramal Pongo	Chiu Chiu	Revestimiento de concreto	Bueno		
El Pueblo San Ramón	Chiu Chiu	Revestimiento de concreto	Bueno		
Canal Buen Retiro	Lasana	Revestimiento de concreto	Bueno	98,0	307.578
Canal Los Perales	Lasana	Revestimiento de concreto	Bueno		159.282
Canal Los Ramírez	Lasana	Revestimiento de concreto	Bueno		117.304
Canal Pona	Lasana	Revestimiento de concreto	Bueno		601.304

Nombre del canal	Localidad	Material de construcción	Estado (Bueno-Malo-Regular)	Superficie regada Ha	Capacidad m ³ /año
Canal Quilchira	Lasana	Revestimiento de concreto	Bueno		61.282
Canal Quichiri	Lasana	Revestimiento de concreto	Bueno		147.332
Canal San Antonio	Lasana	Revestimiento de concreto	Bueno		39.052
Canal Wilte	Peine	Revestimiento en mampostería	Regular	17,5	7
Canal 1	Quillagua	Revestimiento de concreto	Regular	103,0	1.283.784
Canal 2	Quillagua	Revestimiento de concreto	Regular		190.240
Canal Cuchabrache	Cuchabrache	Revestimiento de concreto	Regular	1255,0	s/i
Canal La Patilla	Cuchabrache	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal El Naranjo	Cuchabrache	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Tambillo	Cuchabrache	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Guachar	Tambillo	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Bellavista	Catarpe	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal San Pedro	Catarpe- Quitor- Larache-Solor	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Capia	Quitor	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Silo	Bellavista Aguilar	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal estanque San Pedro	Quitor- Condeduque	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Turbina	Quitor- Condeduque	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Mutar	Quitor- Condeduque	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Paxa	Condeduque	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Aguilar	Condeduque- Solcor	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Coyo	Condeduque - Yaye - Sequitor- Coyo	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Checar	Condeduque - Checar	Revestimiento de concreto	Regular	s/i	

Nombre del canal	Localidad	Material de construcción	Estado (Bueno-Malo-Regular)	Superficie regada Ha	Capacidad m ³ /año
Canal Mucher	Sequitor	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Larache	Larache	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Solcor	Solcor	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal El Peral	Solcor	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Solor uno	Solor	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Cuatro	Solor	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Tres	Solor	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Solor dos	Solor	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Uno	Solor	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Cucuter	Cucuter	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Adelante Uno	Cucuter	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Vilama	Vilama - Tulor	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Poconche	Poconche	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Beter	Beter	Revestimiento de concreto	Regular		s/i
Canal Tulor	Tulor	Revestimiento de concreto	Regular		s/i

Fuente: Elaboración propia.

3.8.2 Infraestructura de Captación

La infraestructura de captación en la región está determinada por la implementación de bocatomas cuya captación es de tipo gravitacional y que en la mayoría de los casos son eventuales. La mayor proporción de este tipo de obras está localizado en las Zonas de trabajo 3 y 4 de la región. En la Tabla 3-85, se entrega el listado de las bocatomas existentes en la región, por tipo de bocatoma y zona:

Tabla 3-85 Obras de captación

Nombre del canal	Tipo de captación	Tipo de bocatoma	Zona
Aguas Blancas	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Alaren	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Atite Dos	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Atite Uno	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Celeste Dos	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Celeste Uno	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Coyo	Gravitacional	Eventual	Zona 1
Cruz Cary	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Cruz Honar	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Gonzalez Cary	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Honar	Gravitacional	Permanente	Zona 1
La Peña	Gravitacional	Eventual	Zona 1
La Peña Alto	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Liendro Alto	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Liendro Bajo	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Liendro Cary	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Poquiza	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Puca	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Punta del Agua	Gravitacional	Eventual	Zona 1
Silapeti	Gravitacional	Eventual	Zona 1
Silapeti Liendro	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Silvestre	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Socaire	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Tilomonte	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Tocolen o Jere	Gravitacional	Eventual	Zona 1
Toconao o Tranque	Gravitacional	Eventual	Zona 1
Toroco Alto	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Toroco Bajo	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Tumbre	Gravitacional	Permanente	Zona 1
Zapar	Gravitacional	Eventual	Zona 1
El Chilcar	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Sta Rosa	Gravitacional	Permanente	Zona 2
El Lampayar	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Caspana	Gravitacional	Eventual	Zona 2

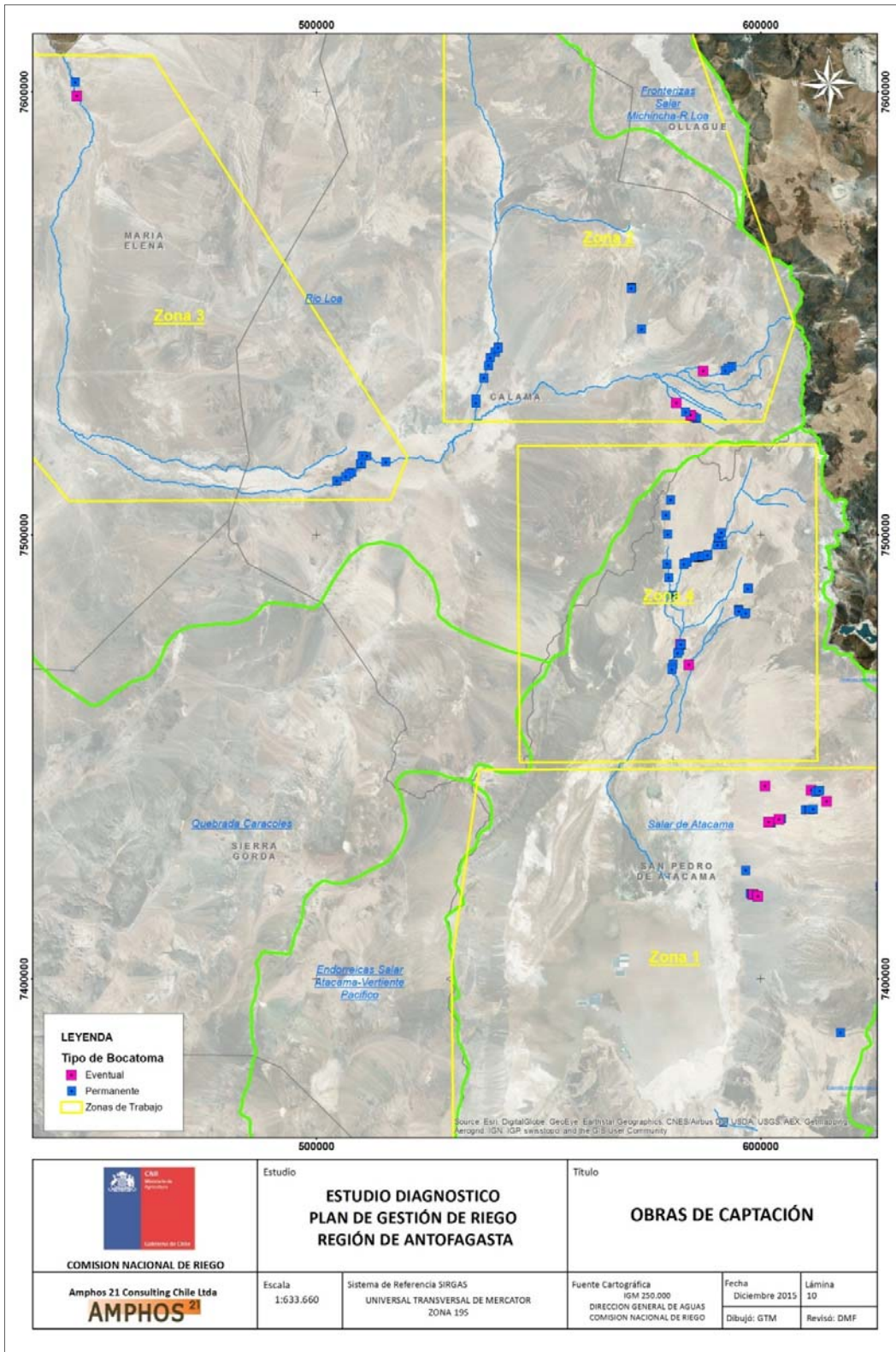
Nombre del canal	Tipo de captación	Tipo de bocatoma	Zona
Vizcachilla	Gravitacional	Permanente	Zona 2
La Represa	Gravitacional	Eventual	Zona 2
El Potrero	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Media Quebrada	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Patillón	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Toconce	Gravitacional	Eventual	Zona 2
De Inga	Gravitacional	Permanente	Zona 2
San Martín	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Mesón	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Quilchire 2	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Buen Retiro	Gravitacional	Permanente	Zona 2
San Antonio	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Los Ramírez	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Quilchire 1	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Quichira	Gravitacional	Permanente	Zona 2
El Trigal	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Los Perales	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Pona	Gravitacional	Permanente	Zona 2
La Banda 2	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Grande	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Del Pueblo	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Hrepic	Gravitacional	Permanente	Zona 2
Banda Radic	Gravitacional	Permanente	Zona 3
Cardoso	Gravitacional	Permanente	Zona 3
Chunchuri Antiguo	Gravitacional	Permanente	Zona 3
Dupont	Gravitacional	Permanente	Zona 3
La Banda	Gravitacional	Permanente	Zona 3
La Prensa	Gravitacional	Permanente	Zona 3
N 1 De Quillagua	Gravitacional	Eventual	Zona 3
N 2 De Quillagua	Gravitacional	Permanente	Zona 3
Nuñez	Gravitacional	Permanente	Zona 3
Topater	Gravitacional	Permanente	Zona 3
Tronco	Gravitacional	Permanente	Zona 3
Yalquincha	Gravitacional	Permanente	Zona 3
Dos Corrales	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Tolanche	Gravitacional	Permanente	Zona 4
San Isidro de Puritama	Gravitacional	Permanente	Zona 4
San Juan de Purifica	Gravitacional	Permanente	Zona 4
San Bartolo	Gravitacional	Permanente	Zona 4
San Gregorio	Gravitacional	Permanente	Zona 4
La Flor	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Santa Cruz	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Huertillo	Gravitacional	Permanente	Zona 4
San Isidro	Gravitacional	Permanente	Zona 4

Nombre del canal	Tipo de captación	Tipo de bocatoma	Zona
Comunal	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Pie de la Cuesta	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Caracoles	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Santiago Rio Grande	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Alfar Grande	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Algarrobo	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Tao Tao	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Lique	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Turipite	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Colque	Gravitacional	Permanente	Zona 4
PeOaliri	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Santta Lucia	Gravitacional	Permanente	Zona 4
San Paulo	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Juntas	Gravitacional	Permanente	Zona 4
San Juan	Gravitacional	Permanente	Zona 4
La Greda	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Turicapo	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Crucijada	Gravitacional	Permanente	Zona 4
La Banda Puritama	Gravitacional	Permanente	Zona 4
El Trigo	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Puntas Negras	Gravitacional	Permanente	Zona 4
El Naranjo	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Cuchabrache	Gravitacional	Eventual	Zona 4
La Patilla	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Tambillo	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Guachar	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Bellavista	Gravitacional	Permanente	Zona 4
San Pedro	Gravitacional	Permanente	Zona 4
Vilama	Gravitacional	Eventual	Zona 4
Cachiyuyal	Gravitacional	Permanente	Zona 4

Fuente: CNR, 2015.

En la figura siguiente se incluye la representación espacial de dichas obras, de acuerdo a si son bocatomas eventuales o permanentes.

Figura 3-77 Obras de captación



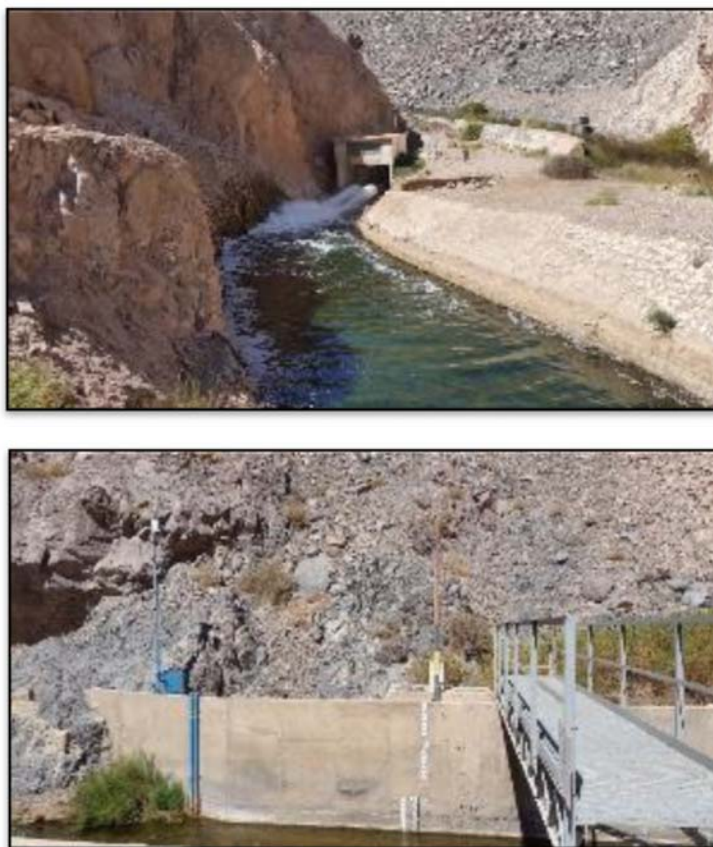
Fuente: CNR, 2015.

3.8.3 Sistemas de Acumulación

En la Región de Antofagasta, la infraestructura de acumulación para riego está representada por el mayor embalse de la región: el embalse Conchi. Está ubicado en el río Loa a unos 3.000 metros de altitud y a poca distancia aguas abajo de la confluencia del río San Pedro Inacaliri con el Loa.

La finalidad de esta obra es regular el río Loa y obtener un mejor aprovechamiento de las aguas en beneficio de la gran minería, la agricultura y el agua potable de los poblados del área (DOH, 2013). Actualmente es la principal obra de acumulación de la región y comprende un gran aporte al riego del sector de Chiu Chiu. El embalse Conchi comenzó su operación en agosto de 1975 y dispone de un volumen de regulación de 22 hm³. De acuerdo a lo informado por INE (2013), el volumen ocupado entre el 2009 y 2013, ha fluctuado entre los 17 y 19 hm³.

Figura 3-78 Embalse Conchi



Fuente: Elaboración propia.

Además del embalse Conchi, en la región existen otras obras de acumulación destinadas a riego y como los estanque Guachar y Solor, construidos por la CNR. En la tabla siguiente, se resumen las principales características recopiladas para las obras de estas y otras obras implementadas en la región. Todos ellos han sido definidos por CIREN (2016) como embalses menores (< 50.000 m³).

Tabla 3-86 Sistemas de acumulación

Nombre	Institución	Capacidad embalse (m ³)	Superficie beneficiada (ha)	Localidades beneficiadas	Estado actual	Zona Plan de Riego
Embalse Conchi	DOH	22.000.000	2.150	Lasana, Chiu Chiu, Calama, Quillagua	Revestimiento en concreto, estado bueno	Zona 2
Estanque Guachar	CNR	30.000	160	San Pedro de Atacama	Operativo	Zona 4
Estanque Solor	CNR	11.000	44	San Pedro de Atacama	Operativo	Zona 4
Tranque Sloman	DOH	6.000.000		Quillagua	No operativo	Zona 3
Tranque Talabre	CNR	4.500	18	Talabre	Operativo	Zona 1
Tranque Socaire	CNR	15.000	200	Socaire	Tierra compactada con Geomembrana, en buen estado	Zona 1
Tranque Kene*	CNR	1.500	17,5	Peine	Enrocado en mal estado	Zona 1
Tranque Nacimiento				Peine	Operativo	Zona 1
Tranque Pailebote				Peine	Revestimiento de concreto en estado regular	Zona 1
Tranque Santa Fe	Privado		103	Salitrera Santa Fe	No operativo	Zona 3
Tranque Toconao	DOH	2.160	10,5	Toconao	Revestimiento en concreto, estado malo	Zona 1
Tranque Camar*	CNR	4.300		Camar		Zona 1
Tranque Talabre	CNR	4.500		Talabre		Zona 1

Notas*: Tranque de Kene en Construcción. Tranque de Camar está en proceso de acreditación de inversiones

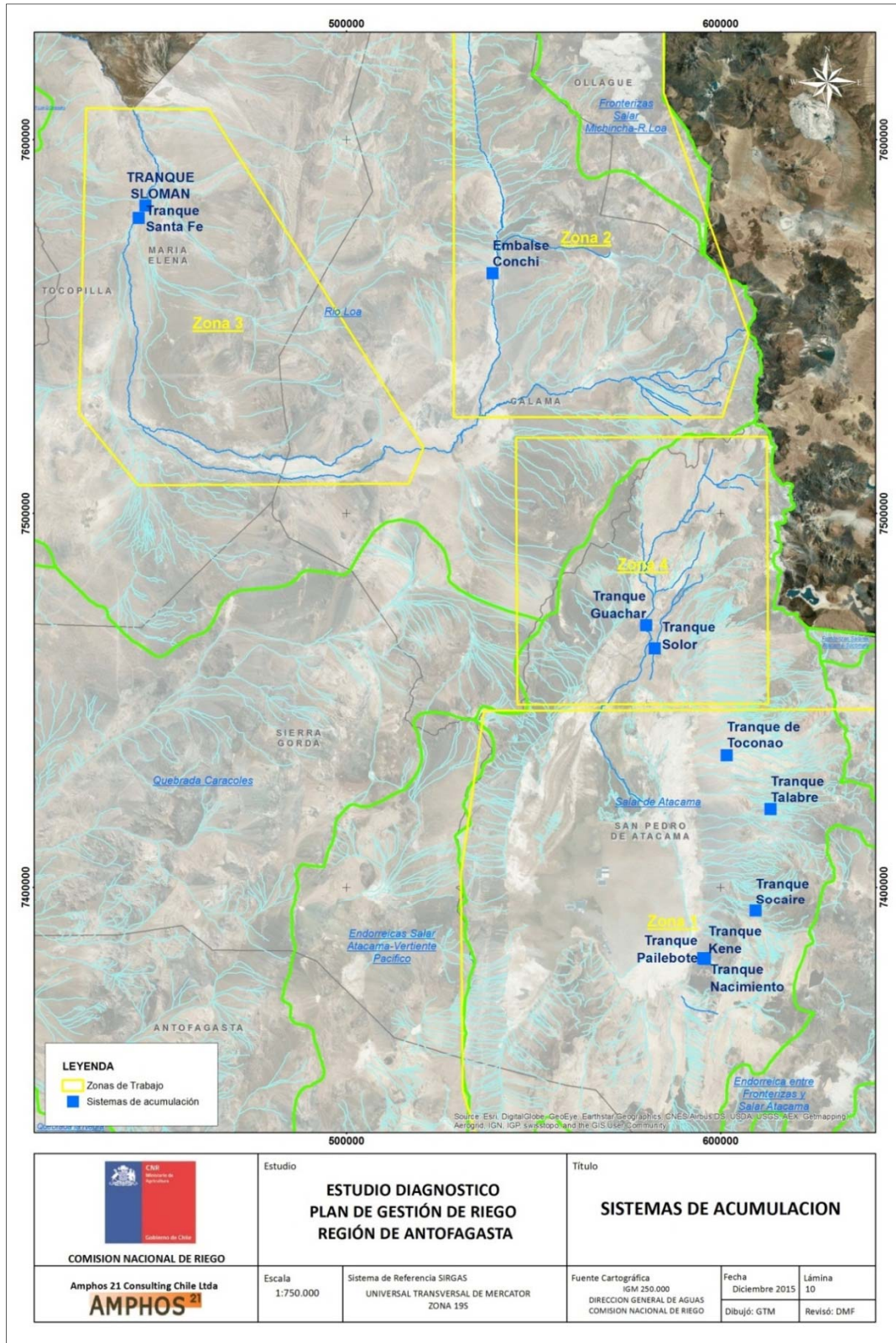
Fuente: Elaboración propia.

Como se ha mencionado y corroborado con la información expuesta en la Tabla 3-86, el Conchi es el embalse que posee mayor capacidad de acumulación, aunque sigue siendo considerado como embalse pequeño. En la Figura 3-79 se aprecia que la situación de los sistemas operativos. En concreto, en la zona cercana a Toconao podemos encontrar 4 de los 11 sistemas.

Además, CNR ha estado construyendo dos tranques más en los sectores Camar y Peine. En la comunidad de Camar, el estanque beneficiará 12 ha regadas actualmente, buscando aumentar en 15 ha más de superficie.

En el sector de Peine, la CNR ha iniciado un proyecto de ampliación del Tranque del mismo nombre, buscando ampliar la superficie actual de riego de 17,5 a 23 ha.

Figura 3-79 Sistemas de acumulación



Fuente: Elaboración propia en base a CNR, 2015.

A continuación, se describen algunos los sistemas de acumulación existentes en la región:

- a) Tranque Guachar: Corresponde a un tranque nocturno de regulación corta, ubicado en las coordenadas UTM 580288 O, 7470102 S. Tiene una capacidad de 55.000 m³ y su función es almacenar el agua del río San Pedro durante la noche para que los agricultores de los Ayllu de San Pedro de Atacama rieguen durante el día una superficie de 160 ha.

Figura 3-80 Tranque Guachar en operación, septiembre 2015



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-81 Estado actual tranque Guachar



Fuente: Elaboración propia.

- b) Tranque de Solor: Se encuentra ubicado en las coordenadas UTM 582533 O y 7463833 S. Tiene una capacidad de 11.000 m³, regula el riego en la cuenca del río San Pedro, en una superficie de 44 ha, para las comunidades de San Pedro de Atacama.

Figura 3-82 Tranque Solor



Fuente: Elaboración propia.

- c) Tranque Santa Fe: Ubicado en las coordenadas UTM 444521 O y 7578973 S. Fue construido en 1898 para suministrar electricidad a la Oficina Salitrera Santa Fe. Se encuentra 5 km aguas arriba del Tranque Sloman, y posee una altura de 11 m. En estos momentos se encuentran en desuso.
- d) Tranque Sloman: Este tranque está ubicado en las coordenadas 446871 O, 7583299 S. Data de la época salitrera y fue construido en 1911. La planta hidroeléctrica fue desmantelada en 1965. Tenía una capacidad de 6 hm³ de agua y una altura de 38 m. Actualmente se encuentra fuera de operación dado que se encuentra embancado. Dicha obra regulaba el riego del valle Quillagua.
- e) Tranque Socaire: La principal infraestructura de riego en Socaire es el tranque, ubicado en las coordenadas UTM 609538 O y 7393534 S, con una capacidad de 15.000 m³ en una segunda y tercera etapa servirá para regar 200 ha de cultivos y que tuvo una inversión de \$190.000.000

Figura 3-83 Tranque de Socaire, con capacidad para 15.000 m³



Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, CIREN (2016) mantiene un registro de embalses pequeños, en el cual se indica la tipología de embalse y la capacidad de la obra en metros cúbicos. En este catastro, se repite la información de algunos tranques de CNR, aunque la mayoría incluye nuevos antecedentes.

De acuerdo a esta información, el tranque de Toconao corresponde al sistema de mayor capacidad, seguido del estanque en Canal La Represa de Caspana y uno de los estanques de Camar. Los sistemas de menor capacidad, son los estanques ubicados en Soncor y el estanque ubicado en Canal Vertiente en Panire.

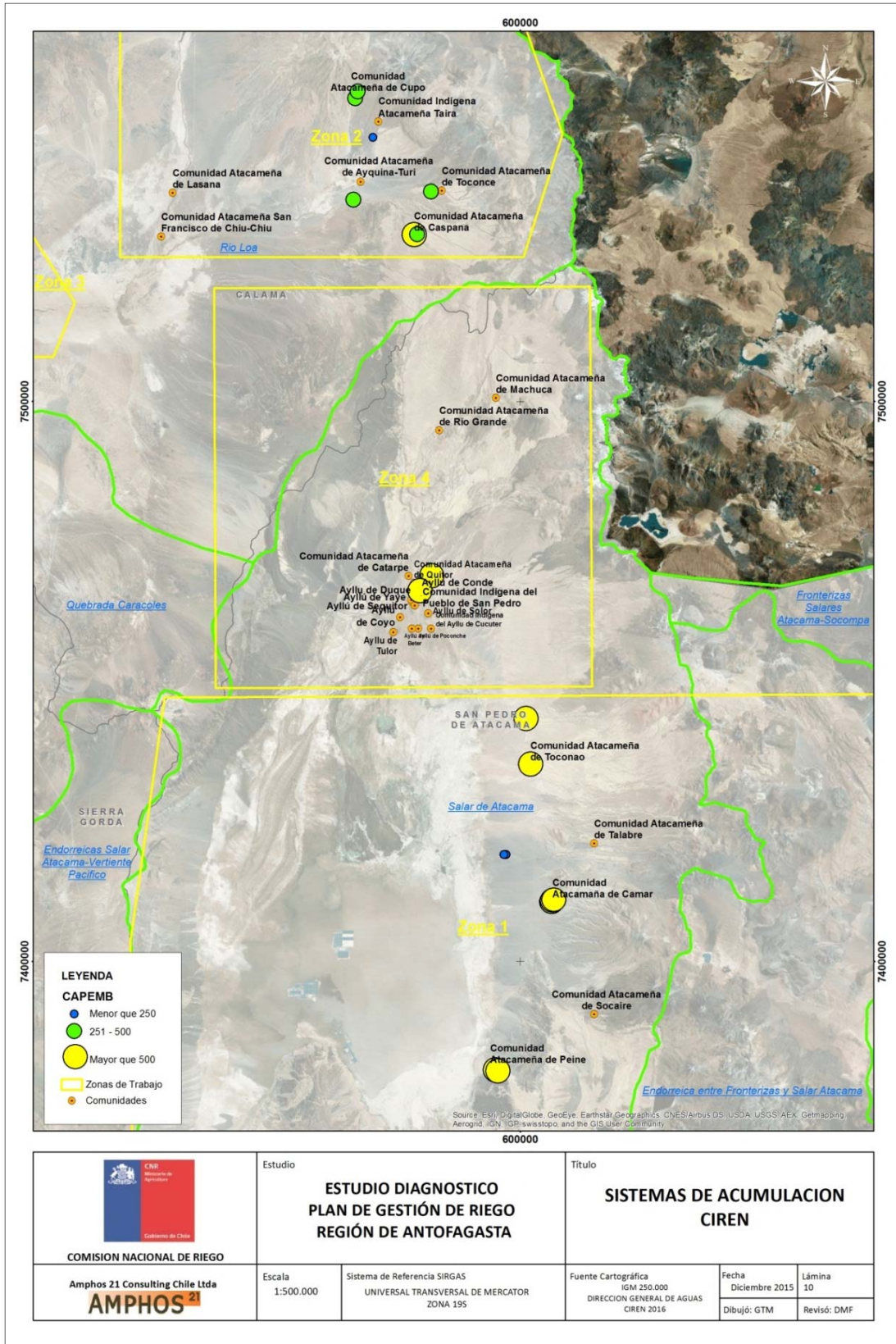
La información se resume en la tabla siguiente. En la figura adjunta se representa la situación de los sistemas de almacenamiento y su capacidad.

Tabla 3-87 Embalses pequeños Región de Antofagasta

Código embalse	Capacidad (m³)	Nombre (referencial)
0251	785	Estanque San Pedro
0252	790	Estanque Canal Vilama
0253	750	Estanque Canal Zapar
0254	2.160	Tranque Toconao
0255	60	Estanque Canal Alaren de Soncor
0256	60	Estanque Canal Alaren de Soncor
0257	865	Estanque en Camar
0258	1.000	Estanque en Camar
0259	1.160	Estanque en Camar
02511	950	Tranque Canal Vilte de Peine
02510	660	Estanque Canal Vertiente Ossa de Peine
0211	460	Estanque Toconce
0212	1.300	Estanque Canal La Represa Caspana
0215	270	Estanque Canal Quebrada Chica Caspana
0213	460	Estanque Canal Quebrada de Inga Cupo
0214	400	Estanque Canal Mesón Cupo
0216	100	Estanque Canal Vertiente Panire
0217	270	Estanque Grande Ayquina

Fuente: CIREN, 2016.

Figura 3-84 Sistemas de acumulación catastrados por CIREN



Fuente: CIREN, 2016.

3.8.4 Mejoramiento de Sistemas de Canales y Bocatomas

De acuerdo a los antecedentes obtenidos desde CNR y CONADI, en la región se han realizado una serie de proyectos para mejora del revestimiento, reparación de canales intraprediales y extraprediales, compuertas y obras de distribución en las comunas de Calama y mayoritariamente en San Pedro de Atacama.

Hasta el año 2015, la Comisión Nacional de Riego ha beneficiado a 3.330 agricultores en proyectos que han incorporado mejoras en una superficie total de 6.479 ha de riego. En la tabla siguiente, se entrega un resumen en el que se sintetiza las obras seleccionadas por la Ley N° 18.450, organizadas de acuerdo a la descripción de la obra. Dado que no se cuenta con la ubicación referencial de la obra, hasta el momento no ha podido vincularse la base de datos, con la cobertura espacial de canales, bocatomas y sistemas de acumulación.

Tabla 3-88 Resumen de proyectos seleccionados Ley N°18.450 por descripción de las obras

Comuna	Número de beneficiarios	Superficie física (ha)	Descripción
San Pedro de Atacama	62	43,1	Construcción de revestimiento de canal (y/o compuertas y/o obras de distribución y/o sifón y caídas verticales).
Calama	85	18,2	Construcción de revestimiento de canal, acueducto y obras de distribución.
San Pedro de Atacama	672	2.738,4	Construcción de acumuladores, estanques y embalses de regulación Corta. Ampliación embalse Peine.
Calama	2	0,45	Construcción de estanque y sistema de abatimiento de Boro. Construcción de embalse de regulación corta, riego por goteo y abatimiento de sales y Boro.
San Pedro de Atacama	1	13	Instalación de sistema de abatimiento de Boro.
Calama	71	51,7	Construcción de Acueducto.
San Pedro de Atacama	5	4	Construcción de compuerta y construcción de revestimiento de canal.
San Pedro de Atacama	16	29,38	Reparación de canal intrapredial.
San Pedro de Atacama	1416	2.731,5	Reparación canal y construcción de compuertas.
Calama	24	31,1	Reparación y Construcción de revestimiento de canal y obras de distribución.

Fuente: CNR, 2015.

Entre los proyectos bonificados por la CNR, las obras que benefician a las mayores superficies de tierras de riego son las de reparación de canales y construcción de compuertas y la construcción de sistemas de acumulación, obras que por su dimensión tienen a beneficiar a muchos agricultores. Los sistemas de acumulación representan una necesidad y alta demanda de los agricultores para aprovechar de manera sustentable el agua.

Destaca también el desarrollo de obras relacionadas con la implementación de sistemas de abatimiento de sales y boro, aunque corresponden a un bajo porcentaje de las obras bonificadas a la fecha.

Como se ha mencionado, CONADI también tiene una elevada presencia en la región relacionado con el beneficio permanente que realiza con las comunidades indígenas. De acuerdo a la

información recopilada, CONADI ha implementado proyectos que han beneficiado a 1.222 familias y 1.491 ha de superficie.

En la siguiente tabla se presenta un resumen por tipo de proyectos según comuna, por número de familia y superficie puesta bajo riego. Entre San Pedro y Calama, CONADI ha puesto bajo riego más de 140 ha, beneficiando a más de 1.100 familias.

Tabla 3-89 Proyectos ejecutados por CONADI, por comuna

Tipo de proyecto ejecutado	Calama		San Pedro de Atacama	
	Nº de familias beneficiadas	Superficie puesta bajo riego (ha)	Nº de familias beneficiadas	Superficie puesta bajo riego (ha)
Mejoramiento Riego	1	1	4	
Adquisición Tuberías			55	2
Canalización	37	4	21	2
Conducción de Agua por tubería			21	1
Construcción Canal	66	12	96	7
Construcción Canal Intrapredial	49	34	45	20
Construcción Canal Matriz	83	3	124	6
Construcción Canal Secundario	15	2	25	2
Construcción de Canal	4	1	1	
Construcción de Canal Intrapredial	2	2	2	1
Construcción de Canal Matriz	30	2		
Construcción de Canal Secundario			11	1
Construcción Estanque	14	5	4	2
Construcción y Revestimiento	1	1		
Continuación y Mejoramiento Canal	117	3	24	1
Habilitación y extracción Pozo Subterráneo				
Instalación Tubería	22	1		
Mejoramiento Canal	2	1	11	1
Mejoramiento Compuertas	13	1		
Mejoramiento Estanque			40	1
Mejoramiento Riego			1	
Reparación Canal y Estanque				
Reparación y Reconstrucción Canal	15		72	2
Revestimiento de Canal	59	18	3	3
(en blanco)	13	1	2	
Total general	543	92	562	52

Fuente: CONADI, 2015.

Las obras ejecutadas varían entre diversos tipos de proyectos de construcción, mejoramiento de canales matrices, secundarios e intraprediales, estanques y sistemas de riego, reparación,

revestimiento y reconstrucción, entre otros. Además de San Pedro y Calama, en las comunas de María Elena, Ollagüe y Quillagua, CONADI ha beneficiado a 117 familias, estableciendo alrededor de 3 ha bajo riego.

3.8.5 Monitoreo de los Recursos Hídricos

Las redes de monitoreo de los recursos hídricos en la región están representados fundamentalmente por las estaciones de la DGA, quien realiza la caracterización y medición del recurso hídrico en la región, en términos de fluiometría, calidad superficial y subterránea, sedimentométricas y meteorología. Las características del monitoreo de la DGA y la evaluación del funcionamiento de esta red se encuentra en el apartado 3.7.

3.8.6 Caracterización y Análisis de la Producción Agropecuaria y sus Proyecciones de Desarrollo

La Región de Antofagasta posee el 0,1% de la superficie nacional dedicada a cultivos (2.412 ha) según el censo agropecuario de 2007. El principal cultivo corresponde a plantas forrajeras (46%), seguido por plantaciones forestales (25%), hortalizas (18%) y cereales (8%). Estos cuatro usos concentran el 92,4% de los suelos de cultivo de la región (INE, 2007).

La superficie cultivada de la Región de Antofagasta se encuentra concentrada principalmente en la Provincia de El Loa y en especial en la comuna de San Pedro de Atacama.

Al margen del valor cuantitativo de la información anterior, lo que se evidencia es la concentración de los sectores de riego en torno a los oasis, Ayllu, y en menor medida, centros urbanos, en los casos en que éstos disponen de suelos aptos para el desarrollo de algunos tipos de cultivos. Sólo la Provincia de El Loa suma casi el 98% de la superficie de riego, siendo San Pedro de Atacama la comuna con mayor superficie.

3.8.6.1 Superficie Bajo Riego en la Región

De acuerdo a lo informado por el Censo Agropecuario y Forestal (INE, 2007), la superficie agropecuaria en la región alcanzó un total de 374.553 ha, de las cuales, 3.057 correspondían a suelos de cultivo. En la categoría de otros suelos se ha abarcado a la superficie de praderas naturales y mejoradas, plantaciones forestales y bosque nativos, matorrales y superficies destinadas a infraestructura.

De acuerdo a la tabla siguiente, dentro de los suelos de cultivo, la mayor proporción regional estuvo en la provincia de El Loa, en la comuna de San Pedro de Atacama. En dicha comuna, la mayor parte del suelo de cultivo está destinado a las forrajeras permanentes y de rotación, aunque a nivel de la Provincia de El Loa son los suelos en barbecho y en descanso los que tienen la mayor superficie.

Tabla 3-90 Uso del suelo agropecuario (Superficie en ha)

Región Provincia Comuna	Explotaciones agropecuarias	Suelos de cultivo				Otros suelos
		Total	Cultivos anuales y permanentes	Forrajeras permanentes y de rotación	En barbecho y descanso	Total
II Región	374.533,4	3.057,1	717,0	1.094,9	1.245,2	371.476,4
Antofagasta	186,7	33,9	31,0	0,8	2,1	152,8
Antofagasta	64,3	23,8	21,6	0,0	2,1	40,5
Mejillones	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,5
Sierra Gorda	16,0	0,2	0,2	0,0	0,0	15,8
Taltal	105,9	9,9	9,1	0,8	0,0	96,0
El Loa	374.297,8	2.989,1	684,5	1.086,8	1.217,9	371.308,7
Calama	99.113,4	1.286,8	359,9	336,0	591,0	97.826,6
Ollagüe	39.203,8	9,5	2,1	1,2	6,2	39.194,4
San Pedro de Atacama	235.980,6	1.692,8	322,5	749,7	620,7	234.287,7
Tocopilla	48,9	34,0	1,6	7,3	25,2	14,9
Tocopilla	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
María Elena	48,9	34,0	1,6	7,3	25,2	14,9

Fuente: Elaboración propia a partir de ODEPA-INE, 2007.

Del total de la superficie explotada sólo 2.295 ha corresponden a superficie regada. Como se ha indicado anteriormente, San Pedro de Atacama es la comuna con mayor proporción de superficie en la región, seguida de Calama. Las comunas con menor superficie son Mejillones, Sierra Gorda y Ollagüe. En Tocopilla no se han registrado ha de riego.

Tabla 3-91 Superficie de riego en la Región de Antofagasta, por comuna

Superficie Regada (Región, Provincia, Comuna)	Superficie (ha)	%
II de Antofagasta	2.295,64	100
Antofagasta	36,35	1,58
Antofagasta	22,87	1,00
Mejillones	0,08	0,00
Sierra Gorda	3,36	0,15
Taltal	10,04	0,44
El Loa	2.247,16	97,89
Calama	775,79	33,79
Ollagüe	4,08	0,18
San Pedro de Atacama	1.467,29	63,92
Tocopilla	12,13	0,53
María Elena	12,13	0,53
Tocopilla	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia a partir de ODEPA-INE, 2007.

3.8.6.2 Sistemas de Riego

En relación a los sistemas de riego, la mayor superficie se riega mediante sistemas gravitacionales, por tendido, en mayor medida. Casi no se desarrollan otros sistemas, el riego mecánico sólo satisface a 26,75 ha y el micro-riego es utilizado en 18,31 ha. La Provincia de El Loa es donde más se practica el tipo de riego por tendido.

Tabla 3-92 Superficie de riego por sistema de riego por provincia y región (ha)

Región Provincia Comuna	Superficie regada (ha)	Riego gravitacional				Mecánico mayor			Microriego		
		Total	Tendido	Surco	Otro tradicional	Total	Aspersión tradicional	Carrete o pivote	Total	Goteo y cinta	Microaspersión y microjet
		ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
II de Antofagasta	2.295,6	2.250,4	2.144,6	34,9	70,9	26,9	26,8	0,2	18,3	17,7	0,6
Antofagasta	36,3	2,3	0,4	0,0	1,9	21,6	21,4	0,2	12,5	12,5	0,0
Antofagasta	22,8	0,9	0,4	0,0	0,5	20,6	20,4	0,2	1,4	1,4	0,0
Mejillones	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sierra Gorda	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	3,4	0,0
Taltal	10,0	1,4	0,0	0,0	1,4	0,9	0,9	0,0	7,7	7,7	0,0
El Loa	2.247,1	2.235,9	2.144,2	22,8	69,0	5,4	5,4	0,0	5,9	5,3	0,6
Calama	775,7	773,1	700,0	14,5	58,7	1,3	1,3	0,0	1,4	0,8	0,6
Ollagüe	4,0	4,0	0,0	0,0	4,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
San Pedro de Atacama	1.467,3	1.458,8	1.444,2	8,3	6,3	4,0	4,0	0,0	4,5	4,4	0,0
Tocopilla	12,1	12,1	0,2	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tocopilla	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
María Elena	12,1	12,1	0,2	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: Elaboración propia a partir de ODEPA-INE, 2007.

3.8.6.3 Tecnificación de Sistemas de Riego

De acuerdo a los antecedentes proporcionados por CNR, se han implementado una importante cantidad de proyectos de tecnificación, de los cuales, el mayor porcentaje está ubicado en la comuna de San Pedro de Atacama, beneficiando a pequeños agricultores, pequeñas organizaciones y pequeños empresarios agrícolas.

La información facilitada por la CNR con respecto a la cantidad de proyectos genera dudas sobre la superficie beneficiada, ya que el área total no es coherente con la información que se tiene de los sectores (Ver Tabla).

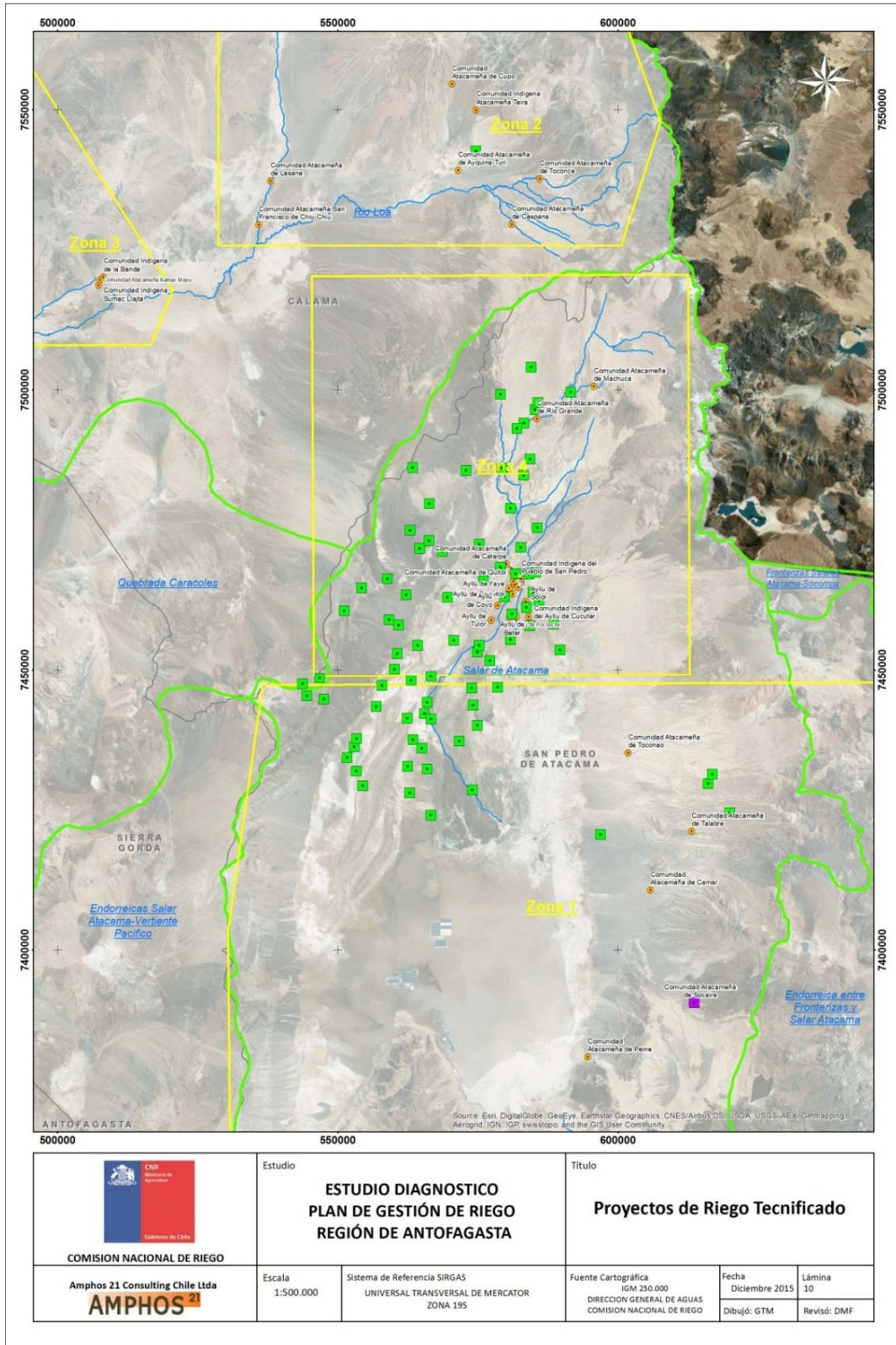
Tabla 3-93 Proyectos de riego tecnificado implementados por CNR

Tipo de obra	Comuna	
	Calama	San Pedro de Atacama
Riego Presurizado		3
Riego Tecnificado	2.473	97.224
Tecnificación		148
Total	2.473	97.373

Fuente: CNR, 2015.

En la siguiente figura, se observa que la distribución espacial del proyecto, está concentrada en la zona de San Pedro y sus Ayllu y en menor medida en las comunidades de Socaire y Talabre. También se observan los proyectos realizados en la comuna de Calama.

Figura 3-85 Proyectos de riego tecnificado bonificados por la Ley N° 18.450



Fuente: Elaboración propia en base a CNR, 2015.

3.8.6.4 Tipos de Cultivo y su Distribución

De acuerdo al Censo Agropecuario, los principales cultivos en la región son las plantas forrajeras, seguidas de las hortalizas y los cereales. Las menores superficies en explotación corresponden a cultivos industriales y viveros. En menor proporción se identifican superficies destinadas a leguminosas y tubérculos, flores y viñas y parronales. Estos antecedentes se pueden revisar en la tabla siguiente:

Tabla 3-94 Superficie total sembrada o plantada por grupo de cultivos (ha)

	II Región	Antofagasta	Mejillones	Sierra Gorda	Taltal	Calama	Ollagüe	San Pedro de Atacama	María Elena
Cereales	185,7	0,0	0,0	0,0	0,0	131,4	0,7	52,6	1,0
Leguminosas y tubérculos	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,1	3,6	0,0
Cultivos industriales	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Hortalizas	349,7	16,9	0,0	0,0	0,2	207,7	1,3	123,0	1,0
Flores	4,6	0,5	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,1	0,0
Plantas forrajeras	1096,9	0,0	0,0	0,0	0,8	337,0	1,2	750,7	7,0
Frutales	152,3	3,6	0,0	0,2	8,9	4,4	0,0	135,3	0,0
Viñas y parronales viníferos	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0
Viveros	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Semilleros	13,4	0,7	0,0	0,0	0,0	11,4	0,0	1,3	0,0
Plantaciones forestales	211,5	0,4	0,0	3,2	0,2	83,1	0,0	122,8	4,0

Fuente: Elaboración propia a partir de ODEPA-INE, 2007.

La descripción de los grupos de cultivos se presenta a continuación:

- Plantas forrajeras: El 46% de la superficie de cultivo de la región está ocupada por plantas forrajeras. El 99% de la superficie destinada a plantas forrajeras se localiza en las comunas de San Pedro de Atacama y Calama, ambas en la provincia de El Loa. En ambas comunas lo que se produce principalmente es alfalfa.
- Plantaciones forestales: El 25% de la superficie regional dedicada a rubros silvoagropecuarios está ocupada con plantaciones forestales. Al igual que las plantas forrajeras, su mayor superficie se encuentra en la comuna de San Pedro de Atacama. En relación a las especies que se cultivan, 505 de las 596 ha de plantaciones corresponde a la especie tamarugo. Es decir, un 85% de la producción total regional. El algarrobo corresponde a un 14%.

El Bosque Nativo de la región corresponde a la especie esclerófilos, y la principal conservación se mantiene en la comuna de San Pedro de Atacama, donde hay una reserva administrada por CONAF.

- Cereales: En la región se cultivan alrededor de 186 ha con cereales, principalmente maíz. Los cereales se cultivan casi en su totalidad en las comunas de Calama (71%) y San Pedro de Atacama (28%). Además del maíz se cultiva trigo, cebada forrajera y quínoa.
- Hortalizas y frutales: A nivel regional, la superficie de hortalizas asciende a 350 ha y la de frutales a 67 ha. La superficie con hortalizas se ubica espacialmente en las comunas de Calama (59%) y San Pedro de Atacama (35%). Por su parte, la de frutales se encuentra principalmente en San Pedro de Atacama, que concentra el 78% de dichos cultivos. En Antofagasta, los huertos caseros de frutales tienen una gran incidencia en el total de superficie frutal, la que alcanza un 57% de esta, siempre y cuando se considere dentro del total frutal.

Tabla 3-95 Hortalizas región de Antofagasta

Hortalizas Comuna	N° Explotaciones	Superficie de explotaciones (ha)	Totales		
			Aire libre (ha)	Invernadero (m ²)	Total (ha)
Antofagasta	81	271.330,7	16,8	750,0	16,9
Mejillones	5	0,5	0,0	200,0	0,0
Sierra Gorda	V. l.	16,0	0,0	0,0	0,0
Taltal	61	106,6	0,0	1.467,0	0,2
Total Provincia de Antofagasta	148	271.453,9	16,8	2.417,0	17,1
Calama	685	99.172,5	207,6	1.423,0	207,7
Ollagüe	22	39.203,8	1,3	0,0	1,3
San Pedro de Atacama	1.137	310.576,5	123,3	2.814,0	123,5
Total Provincia de El Loa	1.844	448.952,8	332,2	4.237,0	332,6
María Elena	8	49,9	0,6	0,0	0,6
Total Provincia de Tocopilla	8	49,9	0,6	0,0	0,6
Total Región de Antofagasta	2.000	720.456,6	349,6	6.654,0	350,2

Fuente: Elaboración propia en base a ODEPA-INE, 2007.

Tabla 3-96 Principales especies hortícolas

Especie	Región (ha)	Especie/región	País (ha)	Región/País
Choclo	159,3	45,5%	10.591,6	1,5%
Zanahoria	109,7	31,3%	3.988,4	2,8%
Haba	21,2	6%	1.978,1	1,1%
Ajo	12,8	3,7%	1.223,9	1,0%
Lechuga	8,9	2,5%	7.039,6	0,1%
Otras	38,4	11%	71.132,2	0,1%
Total	350,2	100%	95.953,7	0,4%

Fuente: Elaboración propia en base a ODEPA-INE, 2007.

Tabla 3-97 Principales especies frutícolas

Especie	Región (ha)	Especie/región	País (ha)	Región/País
Huertos caseros	86,0	56,3%	16.138,2	0,5%
Peral europeo	15,7	10,3%	6.625,0	0,2%
Membrillo	12,8	8,3%	434,6	2,9%
Olivos	11,7	7,7%	16.120,6	0,1%
Otras	26,6	17,4%	286.866,3	0,0%
Total	152,7	100,0%	326.184,7	0,0%

Fuente: Elaboración propia en base a ODEPA-INE, 2007.

Un estudio encargado por INDAP (2007), concluye que entre los problemas que enfrentan los pequeños productores de hortalizas de la Región de Antofagasta destacan el uso de semillas sin certificación, especialmente en caso de la betarraga y zanahoria, el desconocimiento sobre los estándares de calidad, y la escasa disponibilidad y baja calidad del agua de riego.

En los cultivos de raíz, como la zanahoria y la betarraga, los pequeños productores utilizan semillas provenientes de eco tipos de la zona que no son certificadas. La falta de uso de semillas certificadas es consecuencia del bajo incentivo que tienen los pequeños productores para producir hortalizas de calidad, quienes consideran que una inversión en semillas certificadas no se justifica por cuanto no estarían compensadas por el mercado vía precios. Por otra parte, y especialmente en el caso de la lechuga y acelga, las semillas certificadas que se encuentran disponibles para los productores han sido creadas o desarrolladas en la zona centro, especialmente en la Región Metropolitana, por lo que no logran alcanzar su rendimiento productivo en la Región de Antofagasta, producto de la disparidad de las condiciones de clima y suelo entre estas regiones.

3.8.6.5 Actividades Pecuarias

- Ganadería: La región es relativamente importante en la masa de ganado de conejos en relación al total del país, representando el 19,2% del total nacional. Sin embargo, la especie que tiene mayor incidencia a nivel nacional son los cuyes, que alcanzan un 41% del total nacional. Las existencias de ganado de la región, según la información que consta en el Censo de 2007, se muestran a continuación:

Tabla 3-98 Cabezas de ganado por especie

Especie	Región (ha)	País (ha)	Región/País
Ovinos	10.605	3.938.895	0,3%
Conejos	8.745	45.582	19,2%
Caprinos	6.186	738.887	0,8%
Llamas	5.648	50.544	11,2%
Cuyes	981	2.381	41,2%
Bovinos	282	3.789.697	0,0%

Fuente: Elaboración propia en base a ODEPA-INE, 2007.

- Las aves: La producción de aves no es relevante ni variada. En la Región de Antofagasta el Censo Agropecuario de 2007 registró 209.948 aves. La mayor producción es de gallos, gallinas y pollos y se concentra en Antofagasta con 200.668 y Calama con 4.056
- Apicultura: La apicultura de la región sólo se encuentra en San Pedro de Atacama. El último censo agropecuario contabilizó 374 colmenas modernas y 46 colmenas rústicas, desde donde se producen aproximadamente 6 ton de miel y 140 kilos de cera al año.

3.8.6.6 Cultivo en Invernaderos

El último Censo Agropecuario registró 178 invernaderos en la región, con una capacidad de 4.105 m². Esta forma de cultivo ha ido en aumento en los tres últimos años.

En Antofagasta, más de 150 agricultores de Altos La Portada cultivan mediante hidroponía con agua de mar desalada, gracias a un convenio con Aguas Antofagasta. Producen principalmente lechugas, tomates, ají, perejil, pimentones, espinacas, acelgas y melones. En Taltal se ha desarrollado algunas experiencias con invernaderos para cultivos hidropónicos.

En San Pedro de Atacama, el problema para los agricultores es la escasez de agua y la mala calidad, por lo que los turnos que tienen, cada vez son de mayor duración, los turnos han ido aumentando año tras año y además en tiempo y han visto mermada su producción por la calidad. En San Pedro de Atacama, hace diez años fluía por el canal matriz San Pedro de 1.000 a 1.200 l/s. Sin embargo, hace 5 años se redujeron entre 700 a 800 l/s, y ahora fluyen 400 a 450 l/s.

3.8.6.7 Los Desafíos de la Producción Agropecuaria

La Región de Antofagasta sufre de escasez hídrica. Es necesaria la construcción de obras que permitan sostener la actividad agrícola. Además, resulta imprescindible fortalecer la gestión de la Ley N°18.450 para aumentar la seguridad del riego. El último Censo Agropecuario registró 93 acumuladores de agua en la región.

Las obras de acumulación permitirían aprovechar las aguas del invierno altiplánico para suplir la escasez del resto del año. Mejorar la infraestructura en este sentido contribuiría a la actividad agrícola.

En general, los pequeños productores no sólo abastecen las redes de turismo rural que operan en la zona, sino que también y en mayor medida, a los mercados mayoristas y minoristas de la región, en competencia con producciones procedentes de otras regiones del país.

El turismo abre un mercado local para los agricultores. Un desafío de la producción agropecuaria dice relación con la certificación de los productos que se comercializan. A través de la “Mesa para la inocuidad alimentaria” que se desarrolla entre el Gobierno Regional y las Áreas de Desarrollo Indígena (ADI) de la región, se está buscando la posibilidad de que alimentos, tanto agrícolas como ganaderos, se puedan certificar y así comenzar su comercialización legal, con el objetivo de apoyar la economía de las familias productoras.

Uno de los problemas de los agricultores de la región se relaciona con la propiedad del agua. En la región se han tramitado desde el año 1981, en que entró en vigencia el Código de Aguas, unas ciento veinte regularizaciones para comunidades indígenas. En la CNR es necesario acreditar la propiedad de los derechos de agua para acceder a bonos, lo que deja a muchos agricultores fuera de los beneficios de la Ley de Fomento. De acuerdo con la ODEPA (2011), la realidad de los productores atacameños en relación al acceso a los instrumentos de apoyo al desarrollo productivo es la siguiente:

- Un 11% de los productores atacameños accede al crédito, siendo el entregado por INDAP el de mayor importancia (89% de los que acceden al crédito).
- Un 28% de los productores atacameños acceden a instrumentos de fomento, siendo el Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados (SIRSD) y el incentivo al riego (Ley 18.450) los dos instrumentos más utilizados por los productores atacameños;
- Un 19% accede a asistencia técnica de INDAP, siendo el resto de los instrumentos de apoyo muy poco utilizados.

Los pequeños productores costeros encuentran dificultades para vender sus productos en supermercados. Entre las principales causas de este problema se encuentran el largo plazo de pago, altos volúmenes de compra y el abastecimiento constante que deben realizar los productores a las grandes cadenas. Las ferias municipales son una buena alternativa para estos productores. Hay todavía posibilidades de desarrollo comercial con los supermercados, que no son abastecidos por los pequeños productores.

El fortalecimiento organizacional, el desarrollo del trabajo cooperativo, permitiría posicionarlos como proveedores del mercado local a mayor escala e incluso les abriría posibilidades como exportadores.

Estos agricultores costeros están a favor del desarrollo tecnológico. Este desarrollo encuentra mucha más resistencia en las comunidades indígenas del interior. La agricultura y ganadería constituyen la base de la existencia y reproducción de la cultura atacameña. Por lo tanto, es importante considerar las diferencias existentes y fomentar soluciones específicas.

3.9 Caracterización de la Cuenca en Función de la Gestión del Riego

3.9.1 Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA)

Para desarrollar el análisis de los antecedentes relacionados con los derechos de aguas concedidos, fueron solicitados a la Dirección General de Agua todos los datos existentes de las solicitudes realizadas. La información entregada arrojó que existe un total de 2.826 solicitudes, las cuales se distribuyen según lo descrito en la siguiente tabla, donde se presentan los resultados (aprobadas, denegadas, desistidas, pendiente - región y denegada – región):

Tabla 3-99 Distribución de solicitudes de derecho en la Región de Antofagasta

Estado actual de solicitud de derechos	Total	Porcentaje (%)
Aprobada	578	20,5
Aprobada - Reconsideración	3	0,1
Denegada	2.021	71,5
Denegada - Darh - Reconsideración	3	0,1
Denegada - Reconsideración	17	0,6
Denegada - Región	7	0,3
Desistida	109	3,9
Pendiente - Darh	8	0,3
Pendiente - Darh - Oposición	2	0,1
Pendiente - Darh - Reclamación a Oposición	3	0,1
Pendiente - Darh - Reconsideración a Oposición	13	0,5
Pendiente - Legal - Reclamación a Denegación	5	0,2
Pendiente - Legal - Reconsideración a Denegación	4	0,1
Pendiente - Legal - Reconsideración a Oposición	4	0,1
Pendiente - Región	38	1,3
Pendiente - Región - Oposición	10	0,4
(en blanco)	1	0,0
Total General	2.826	100,0

Fuente: DGA, 2015.

Al analizar los antecedentes de acuerdo a la ubicación de las diferentes solicitudes, se puede mencionar que el 67% de las solicitudes fueron realizadas en la Provincia de Antofagasta, el 31% en la Provincia de El Loa y 2% de solicitudes en la Provincia de Tocopilla. Al comparar cada una de las provincias se obtiene la siguiente distribución de acuerdo al resultado de la solicitud:

Tabla 3-100 Distribución de solicitudes de derecho por provincia

Provincia	Estado actual	Total	Porcentaje (%)
Antofagasta	Aprobada	380	20,0
	Denegada	1429	75,2
	Denegada - Darh - Reconsideración	3	0,2
	Denegada - Reconsideración	3	0,2
	Denegada - Región	2	0,1
	Desistida	54	2,8
	Pendiente - Darh	5	0,3
	Pendiente - Región	21	1,1
	Pendiente - Región - Oposición	4	0,2
Total Antofagasta			1901
El Loa	Aprobada	188	21,7
	Aprobada - Reconsideración	3	0,4
	Denegada	549	63,3
	Denegada - Reconsideración	14	1,6
	Denegada - Región	3	0,4
	Desistida	54	6,2
	Pendiente - Darh	3	0,4
	Pendiente - Darh - Oposición	2	0,2

Provincia	Estado actual	Total	Porcentaje (%)
	Pendiente - Darh - Reclamación a Oposición	3	0,4
	Pendiente - Darh - Reconsideración a Oposición	13	1,5
	Pendiente - Legal - Reclamación a Denegación	5	0,6
	Pendiente - Legal - Reconsideración a Denegación	4	0,5
	Pendiente - Legal - Reconsideración a Oposición	4	0,5
	Pendiente - Región	15	1,7
	Pendiente - Región - Oposición	6	0,7
	(en blanco)	1	0,1
Total El Loa			867
Tocopilla	Aprobada	10	17,2
	Denegada	43	74,1
	Denegada - Región	2	3,5
	Desistida	1	1,7
	Pendiente - Región	2	3,5
Total Tocopilla			58

Fuente: DGA, 2015.

Con los datos presentados se puede apreciar que las tres provincias se comportan de igual forma, es decir, del resultado de las solicitudes presentadas el mayor porcentaje corresponde a solicitudes denegadas (un 75% aproximadamente en Antofagasta y Tocopilla, y un 65% en El Loa), siguiéndola con un porcentaje que bordea el 20% los derechos concedidos. En relación a las solicitudes desistidas, para las tres provincias, esta representa un porcentaje menor al 7%.

Por otra parte, es importante señalar que la información descrita anteriormente presentaba los antecedentes generales de las solicitudes de derechos de agua, considerando tanto los derechos concedidos como los que no, además de aquellas solicitudes que se encuentran pendientes o con observaciones. Para registrar aquellas solicitudes concedidas por región, se revisaron los antecedentes corresponde a los derechos originales y solicitudes asociadas, tales como traslados del ejercicio del derecho, cambios de punto de captación y de abastecimiento aprobados por la DGA, así como a transferencias informadas por usuarios, de acuerdo a lo contemplado en el artículo 122 del Código de Aguas, según lo informado en su sitio web.

Además, de acuerdo a lo descrito por la Dirección General de Agua la información recolectada no acredita vigencia del dominio de los derechos de aprovechamiento de aguas, razón por la cual se cree que los datos registrados no concuerdan con la información global que entrega la misma institución.

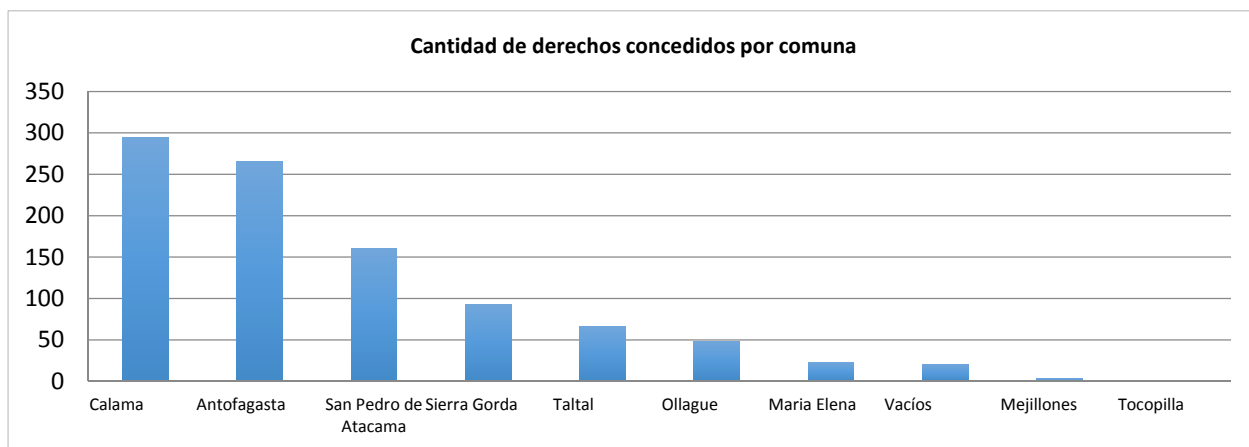
Las características esenciales de las solicitudes y derechos de aguas concedidos en la región son las siguientes:

Tabla 3-101 Derechos de agua concedidos por comuna

Comuna	Total
Vacíos	20
Antofagasta	266
Calama	295
María Elena	23
Mejillones	3
Ollagüe	48
San Pedro de Atacama	161
Sierra Gorda	93
Taltal	66
Tocopilla	1
Total general	976

Fuente: DGA, 2015.

Figura 3-86 Derechos de agua concedidos por comuna



Fuente: DGA, 2015.

En la Figura 3-86 se puede apreciar que las comunas que cuentan con mayores derechos concedidos son Antofagasta, Calama y San Pedro, lo cual también ha sido analizado en base a los usos para los que se ha concedido este derecho.

Tabla 3-102 Derechos de agua concedidos, según naturaleza del agua

Naturaleza del agua	Total
Subterránea	563
Superficial	24
Superficial y Corriente	384
Superficial y Detenida	3
(en blanco)	2
Total general	976

Fuente: DGA, 2015 (a).

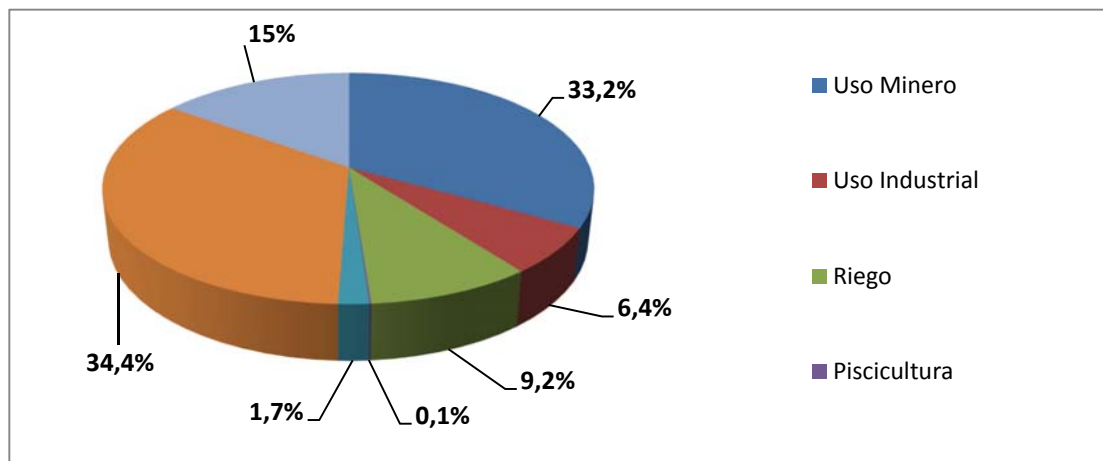
Tabla 3-103 Derechos de agua concedidos, según tipo de derecho

Tipo de derecho	Total
Consuntivo	939
No Consuntivo	37
Total general	976

Fuente: DGA, 2015 (a).

En relación al uso del derecho, a continuación se presenta la distribución de éste, predominando la extracción para uso minero, lo cual coincide con las características regionales de la principal actividad económica. Además, se puede destacar que sólo un 10% declara que su uso es para fines de riego.

Figura 3-87 Distribución de solicitudes en relación al uso del agua



Fuente: DGA, 2015 (a).

A continuación, se presenta un resumen de las cuencas de donde se extrae el recurso dependiendo de su uso.

Tabla 3-104 Derechos de agua concedidos, según uso y cuenca de extracción

Uso del agua	Cuenca	Total
Bebida/Uso Doméstico/Saneamiento	Costeras entre Q. la Negra y Q. Pan de Azúcar	3
	Fronterizas Salares Atacama-Socompa	1
	Río Loa	12
	Salar de Atacama	2
Otros Usos	Costeras entre Q. la Negra y Q. Pan de Azúcar	6
	Costeras R. Loa-Q. Caracoles	17
	Endorreica entre Fronterizas y Salar Atacama	9
	Endorreicas Salar Atacama-Vertiente Pacífico	3
	Fronterizas Salar Michincha-R. Loa	15
	Quebrada Caracoles	3
	Quebrada la Negra	14
	Río Loa	50
	Salar de Atacama	29
Piscicultura	Río Loa	1
Riego	Río Loa	66
	Salar de Atacama	26
Uso Industrial	s/i	4
	Costeras entre Q. la Negra y Q. Pan de Azúcar	1
	Costeras R. Loa-Q. Caracoles	1
	Endorreicas Salar Atacama-Vertiente Pacífico	4
	Fronterizas Salar Michincha-R. Loa	3
	Quebrada la Negra	9
	Río Loa	16
	Salar de Atacama	24
Uso Minero	s/i	2
	Costeras entre Q. la Negra y Q. Pan de Azúcar	11
	Costeras Pan de Azúcar-R. Salado	2
	Costeras R. Loa-Q. Caracoles	2
	Endorreica entre Fronterizas y Salar Atacama	20
	Endorreicas Salar Atacama-Vertiente Pacífico	81
	Fronterizas Salar Michincha-R. Loa	18
	Quebrada Caracoles	42
	Quebrada la Negra	29
	Río Loa	56
	Salar de Atacama	59
Blanco	s/i	4
	Costeras entre Q. la Negra y Q. Pan de Azúcar	27
	Costeras Q. Pan de Azúcar-R. Salado	1
	Costeras R. Loa-Q. Caracoles	1
	Endorreica entre Fronterizas y Salar Atacama	2
	Endorreicas Salar Atacama-Vertiente Pacífico	21
	Fronterizas Salar Michincha-R. Loa	21
	Quebrada Caracoles	40
	Quebrada la Negra	30
	Río Loa	133
Salar de Atacama	55	
TOTAL		976

Fuente: DGA, 2015(a).

Se puede apreciar que la mayor cantidad de derechos concedidos se encuentra en la cuenca del río Loa, y que son, principalmente, para uso minero, riego y una categoría definida como “otros usos”. En el caso de los derechos de aguas no consuntivos sólo se cuenta con información de 37 de éstos, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 3-105 Derechos de agua concedidos, según derecho no consuntivo

ID	Provincia	Comuna	Uso del agua	Ejercicio del derecho	Caudal anual promedio (l/s)
1	Tocopilla	Maria Elena	Uso Industrial	Permanente y Continuo	25
2	Tocopilla	Maria Elena	Piscicultura	Permanente y Continuo	10
3	Tocopilla	Maria Elena	Uso Minero	Permanente y Continuo	10,4
4	Tocopilla	Maria Elena	Uso Industrial	Permanente y Continuo	16,3
5	Tocopilla	Maria Elena	Uso Industrial	Permanente y Continuo	57
6	Tocopilla	Maria Elena	Otros Usos	Permanente y Continuo	33
7	Tocopilla	s/i	Uso Minero	Permanente y Continuo	8,6
8	Tocopilla	s/i	Uso Minero	Permanente y Continuo	7,5
9	Tocopilla	s/i	Uso Industrial	Permanente y Continuo	54
10	El Loa	s/i	Uso Industrial	Permanente y Continuo	20
11	El Loa	San Pedro de Atacama	Uso Minero	Permanente y Continuo	175
12	El Loa	Calama	Uso Industrial	Permanente y Continuo	250
13	El Loa	Calama	Uso Industrial	Permanente y Continuo	2.500
14	El Loa	San Pedro de Atacama	Uso Industrial	Permanente y Continuo	35
15	El Loa	Calama	Uso Industrial	Permanente y Continuo	50
16	El Loa	Ollague	Uso Industrial	Permanente y Continuo	3
17	El Loa	San Pedro de Atacama	Uso Industrial	Permanente y Continuo	150
18	El Loa	Calama	Uso Industrial	Permanente y Continuo	50
19	Antofagasta	Taltal	s/i	Permanente y Continuo	0,9
20	Antofagasta	s/i	Uso Industrial	Permanente y Continuo	8,1
21	Antofagasta	s/i	Uso Industrial	Permanente y Continuo	16,9
22	Antofagasta	Antofagasta	Uso Industrial	Permanente y Continuo	1.000
23	Antofagasta	s/i	Uso Industrial	Permanente y Continuo	6
24	Antofagasta	s/i	Uso Industrial	Permanente y Continuo	150
25	Antofagasta	Taltal	Uso Industrial	Permanente y Continuo	1,04
26	Antofagasta	Taltal	Uso Industrial	Permanente y Continuo	0,1
27	Antofagasta	Taltal	Uso Minero	Permanente y Continuo	0
28	Antofagasta	s/i	Uso Minero	Permanente y Continuo	175
29	Antofagasta	s/i	Uso Industrial	Permanente y Continuo	2,31
30	Antofagasta	Taltal	Uso Minero	Permanente y Continuo	0
31	Antofagasta	s/i	Uso Industrial	Permanente y Continuo	4.000
32	Antofagasta	s/i	Uso Industrial	Permanente y Continuo	1.950
33	Antofagasta	s/i	Uso Industrial	Permanente y Continuo	2.300
34	Antofagasta	s/i	Uso Minero	Permanente y Continuo	175
35	Antofagasta	s/i	Uso Industrial	Permanente y Continuo	500
36	Antofagasta	s/i	Uso Industrial	Permanente y Continuo	2.000
37	Antofagasta	Antofagasta	Uso Industrial	Permanente y Continuo	1.000

s/i: sin información

Fuente: DGA, 2015.

Por otra parte, en la actualidad existe un total de 87 solicitudes pendientes de resolución, tal como se observa en la tabla siguiente:

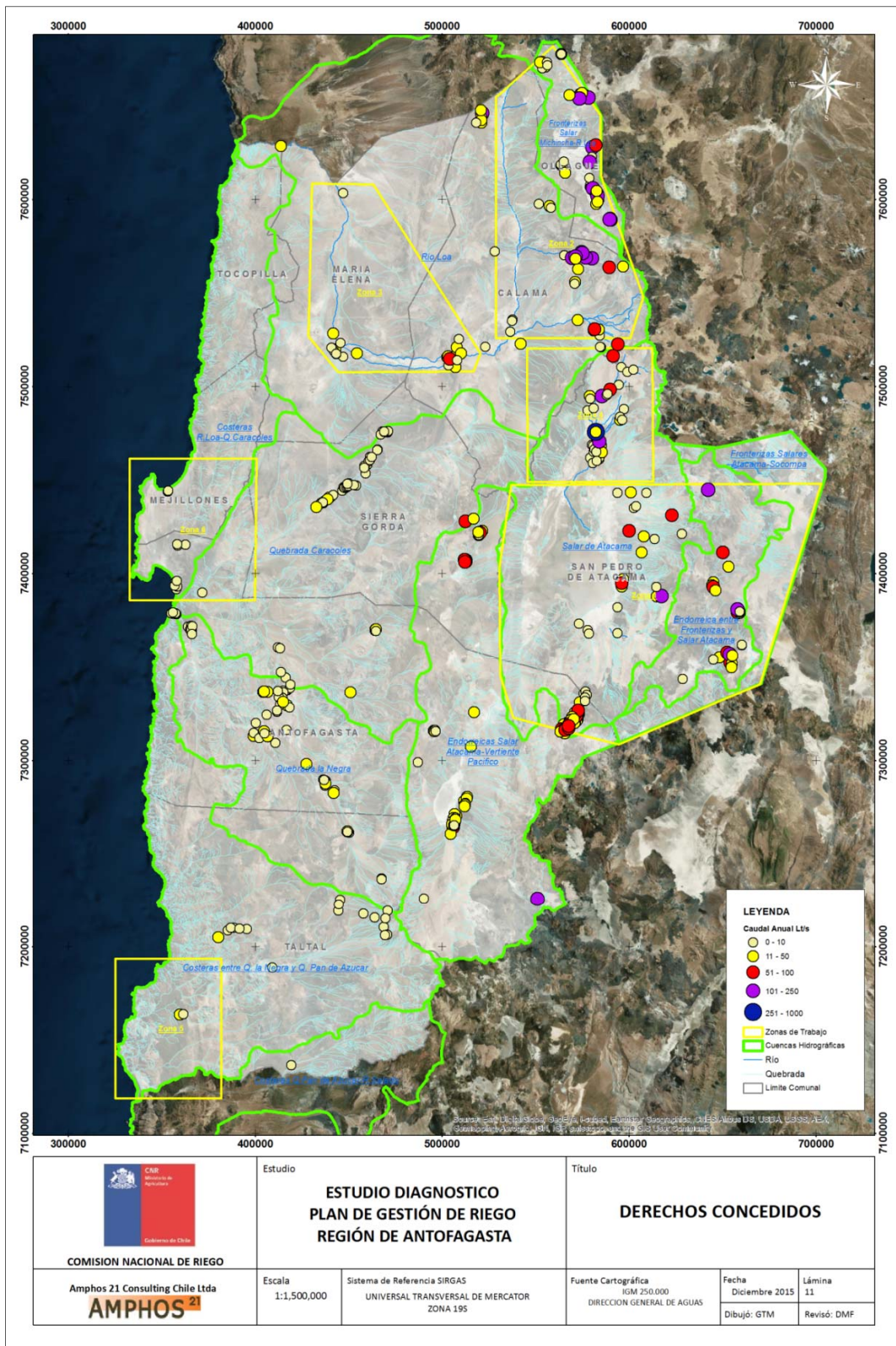
Tabla 3-106 Solicitud de derechos de agua en estado pendiente

Estado actual	Total
Pendiente - Darh	8
Pendiente - Darh - Oposición	2
Pendiente - Darh - Reclamación a Oposición	3
Pendiente - Darh - Reconsideración a Oposición	13
Pendiente - Legal - Reclamación a Denegación	5
Pendiente - Legal - Reconsideración a Denegación	4
Pendiente - Legal - Reconsideración a Oposición	4
Pendiente - Región	38
Pendiente - Región - Oposición	10
Total general	87

Fuente: DGA, 2015.

En relación a las Juntas de Vigilancia constituidas legalmente, es importante señalar que en la zona de estudio no se registran, por lo cual no es posible asignar alguno de los derechos analizados a ninguna Junta de Vigilancia. No obstante, a continuación se presenta la ubicación espacial de los diferentes derechos concedidos.

Figura 3-88 Derechos de agua concedidos



Fuente: DGA, 2015 (a).

3.9.2 Organizaciones de Usuarios de Aguas

Las organizaciones de usuarios de aguas (OUA) son entidades con personalidad jurídica, constituidas por titulares de derechos de aprovechamiento de aguas que tienen como objetivo administrar el recurso. Son entidades de carácter privado que, sin embargo, cumplen funciones públicas. Sus integrantes tienen un amplio margen de autonomía, de voluntad para adoptar en sus estatutos los acuerdos que estimen convenientes, atendido el interés y rol público de ellas. Sus objetivos son distribuir las aguas de acuerdo a los DAA de sus usuarios, construir, mantener, mejorar y administrar los sistemas de distribución y resolver los conflictos que se pueden generar. Además, la OUA puede realizar la construcción, explotación, conservación y mejoramiento de las obras necesarias para el aprovechamiento del recurso en común.

La administración del agua comienza con la captación desde su origen, un cauce natural, un acuífero o de una obra artificial, para luego repartirla entre los integrantes de la organización, de acuerdo con sus títulos. El caudal existente será una variable que impactará este reparto.

El artículo 186 del Código de Aguas define a las organizaciones de usuarios de aguas. El cuerpo legal establece que “Si dos o más personas tienen derechos de aprovechamiento en las aguas de un mismo canal, embalse, o aprovechan las aguas de un mismo acuífero, podrán reglamentar la comunidad que existe como consecuencia de este hecho, constituirse en asociación de canalistas o en cualquier tipo de sociedad, con el objeto de tomar las aguas del caudal matriz, repartirlas entre los titulares de derechos, construir, explotar, conservar y mejorar las obras de captación, acueductos y otras que sean necesarias para su aprovechamiento. En el caso de cauces naturales podrán organizarse como junta de vigilancia”.

Existen OUAs cuya jurisdicción lo es respecto de toda la cuenca o una parte de ella o sección de una misma corriente, como son las juntas de vigilancia; aquellas que captan las aguas de los derechos de aprovechamiento de sus miembros por un mismo canal o embalse desde un cauce natural, como lo son las asociaciones de canalistas; las que captan las aguas en un mismo canal o embalse o que usan en común la misma obra de captación desde un cauce natural a que tienen derecho sus miembros, como lo son las comunidades de aguas; o bien, aquellas que aprovechan obras de drenaje o desagüe en beneficio común.

Como lo define el cuerpo legal, una OUA puede ser una sociedad de personas de distinto tipo. Según el Código de Aguas, se pueden distinguir tres tipos de OUA: Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas.

Las OUA distribuyen el recurso de acuerdo a los derechos de aprovechamiento que poseen los usuarios en cada una de las obras que les son comunes. Se organizan en torno a cauces artificiales y su funcionamiento está normado en el artículo 187 y siguientes del Código de Aguas.

Las Comunidades de Aguas se pueden clasificar en comunidades organizadas y no organizadas o comunidades de hecho. Las Comunidades organizadas son aquellas que se formaron porque existían usuarios titulares de derechos en torno a una captación, conducción y distribución común que decidieron organizarse formalmente. En algún momento fue comunidad de hecho, pero se formalizó y organizó mediante los trámites que indica la ley, mientras que la comunidad de hecho, o no organizada, es aquella que no ha formalizado su existencia y se diferencia de la comunidad

organizada en que no tiene atribuciones para imponer ciertos acuerdos en forma obligatoria a sus miembros.

Los objetivos de las OUA son los siguientes:

- Captar las aguas a las que tienen derecho sus miembros desde el canal matriz o desde el cauce natural o el acuífero.
- Repartir las aguas entre los titulares de derechos de aguas (comuneros o asociados) de acuerdo a sus títulos o en proporción al caudal matriz.
- Construir, explotar, conservar y mejorar las obras de captación, acueductos, embalses y otras que sean necesarias para su aprovechamiento.
- Resolver los conflictos que con ocasión de las acciones anteriores se presenten.

3.9.2.1 Organizaciones Constituidas

En la Región de Antofagasta no existen juntas de vigilancia ni asociaciones de canalistas constituidas formalmente, el tipo de OUA son las comunidades de agua. En efecto, en la región existen 42 comunidades de aguas constituidas legalmente, 2 de ellas inscritas en Tocopilla y 40 en Calama. El listado de comunidades se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 3-107 Comunidades de aguas inscritas en la Región de Antofagasta

Provincia	Comuna	Comunidades
Tocopilla	Tocopilla	Canal dos de Quillagua
Tocopilla	Tocopilla	Uno de Quillagua
El Loa	Calama	Comunidad de Aguas Canal Yalquincha
El Loa	Calama	Comunidad de Aguas Canal Coco La Villa, Ramal Quin
El Loa	Calama	Comunidad de Aguas Canal Lay-Lay, Ramal Churchuri A
El Loa	Calama	Comunidad de Aguas Canal Tronco
El Loa	Calama	Comunidad de Aguas Canal Topater
El Loa	Calama	Comunidad de Aguas Canal Lay-Lay, Ramal Carvajal
El Loa	Calama	Comunidad de Aguas Canal Quilchiri de Lasana
El Loa	Calama	Comunidad de Aguas San Antonio de Lasana
El Loa	Calama	Comunidad de Aguas Canal Los Perales de Lasana
El Loa	Calama	Comunidad de Aguas Canal Pona de Lasana
El Loa	Calama	Comunidad de Aguas Canal Coco La Villa, Ramal Tamb
El Loa	Calama	Comunidad de Aguas Canal Grande de Lasana Y Chiu C
El Loa	Calama	Canal Los Ramírez de Lasana
El Loa	Calama	Canal Buen Retiro de Lasana
El Loa	Calama	Canal Quichira de Lasana
El Loa	Calama	Canal El Pueblo de Chiu-Chiu
El Loa	Calama	Canal El Pueblo - Ramal Cochala de Chiu-Chiu
El Loa	Calama	Canal Grande - Ramal El Triángulo de Chiu-Chiu
El Loa	Calama	Canal El Pueblo-Ramal El Pongo de Chiu-Chiu
El Loa	Calama	Canal La Banda, Ramal Los Blancos de Chiu Chiu
El Loa	Calama	Canal El Pueblo, Ramal El Calvario de Chiu Chiu
El Loa	Calama	Comunidad de Aguas Canal Nuñez

Provincia	Comuna	Comunidades
El Loa	Calama	Canal El Pueblo, Ramal San Ramon de Chiu Chiu
El Loa	Calama	Canal Grande, Ramal N° 4 Pukara de Chiu Chiu
El Loa	Calama	Canal Grande, Ramal Callejon de Chiu Chiu
El Loa	Calama	Canal Grande, Ramal San Juan de Chiu Chiu
El Loa	Calama	Grande, Ramal N*3 Piar de Chiu Chiu
El Loa	Calama	Canal El Pueblo, Ramal La Parroquia de Chiu Chi
El Loa	Calama	Canal El Pueblo, Ramal Sta Faustina de Chiu Chiu
El Loa	Calama	Canal Grande, Ramal N° 6 San Andres de Chiu Chiu
El Loa	Calama	Canal La Banda De Lasana y Chiu Chiu
El Loa	Calama	Canal Coco La Villa Ramal Berna
El Loa	Calama	Comunidad De Aguas Canal Coco La Villa, Ramal Bilb
El Loa	Calama	Canal Coco La Villa de Calama
El Loa	Calama	Canal Lay - Lay Sector La Banda de Calama
El Loa	Calama	Canal Chunchuri Bajo de Calama
El Loa	Calama	Canal B.T. Dupont de Calama
El Loa	Calama	Comunidad De Aguas Canal La Prensa
El Loa	Calama	Canal Chañar
El Loa	Calama	Canal Coco La Villa Ramal Radic

Fuente: Elaboración propia.

Estas organizaciones se encuentran actualmente vigentes y son descritas a continuación, de acuerdo a la zona de trabajo en la que se desarrollan. En los siguientes apartados se describen también las comunidades indígenas, identificadas como la principal estructura de organización social.

3.9.2.2 Zona 1

La forma de organización de este territorio es a través de las comunidades indígenas atacameñas, quienes administran, gestionan y distribuyen internamente el recurso hídrico de la zona, por lo que no cuentan con presencia de organizaciones del tipo OUAs.

La zona 1 se encuentra ubicada en el ADI Atacama La Grande. Las comunidades presentes son la Comunidad Atacameña de Toconao, la Comunidad Atacameña de Talabre, la Comunidad Atacameña de Peine, la Comunidad Atacameña de Camar, la Comunidad Atacameña de Socaire y finalmente la Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Aguas Blancas.

Cada comunidad y asociación son lideradas por una directiva que gestiona y administra el funcionamiento interno en todo ámbito. Las comunidades de esta región cuentan con la capacitación y el apoyo de CONADI y por INDAP a través del Programa de Desarrollo Territorial Indígena (PDTI), el cual permite facilitar el desarrollo de las familias indígenas pertenecientes a comunidades y asociación para aumentar la productividad y producción de sus recursos en el mercado desarrollando la capacidad de gestión.

La directiva de cada comunidad se encuentra compuesta por el presidente, vicepresidente (sólo caso Toconao), tesorero, secretario y consejeros (estos últimos en cantidades variables), entregando un total de miembros que se muestra a continuación:

Tabla 3-108 Número de miembros de directivas por comunidad o asociación, Zona 1

Comunidad o asociación	Cantidad de miembros
Comunidad Atacameña de Toconao	7
Comunidad Atacameña de Talabre	5
Comunidad Atacameña de Peine	5
Comunidad Atacameña de Camar	5
Comunidad Atacameña de Socaire	5
Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores	3

Fuente: Elaboración propia en base a nómina de comunidades de CONADI.

En relación al estado legal de los derechos de agua estos son comunitarios, existiendo un caudal medio anual concedido de 1.011 l/s. Según la inscripción en el Conservador de Bienes Raíces (CBR) y en el Catastro Público de Aguas (CPA), los derechos constituidos a cada comunidad de la zona son los siguientes:

Tabla 3-109 Estado de derechos de agua, Zona 1

Comunidad o asociación indígena	Derechos de agua (l/s)
Comunidad Atacameña de Toconao	457,4
Comunidad Atacameña de Talabre	181,3
Comunidad Atacameña de Peine	65,6
Comunidad Atacameña de Camar	26,6
Comunidad Atacameña de Socaire	155,33
Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de	110

Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2015.

Frente al capital social, el liderazgo y la motivación de las comunidades están fundamentados en la convicción y empoderamiento que poseen de su condición indígena y de las características que esto conlleva. La directiva es la que ejerce el liderazgo de cada comunidad, apoyada en coordinación participativa con los comuneros, considerando acuerdos generales por consenso.

El principal interés que poseen las comunidades es el de mantener la actividad agrícola familiar, una actividad importante con el fin de conservar la tradición ancestral que han heredado.

La capacidad de propuesta de proyectos es alta dado su empoderamiento y trabajo con CONADI y PDTI, preparando proyectos beneficiados por programas de fomento definidos en el territorio. Sin embargo, existen algunas limitaciones en la resolución de conflictos, bajo el marco de las actividades del Plan, se produjeron manifestaciones concretas de desacuerdos y rivalidades entre las comunidades y conflictos internos por posiciones opuestas en relación al desarrollo de proyectos de tecnificación, innovación y micro generación.

3.9.2.3 Zona 2

La Zona 2 se encuentra emplazada en el ADI Alto El Loa, donde la principal forma de organización son las comunidades indígenas. No obstante, se han identificado igualmente la presencia de OUAs formalizadas. Las comunidades presentes en la zona son la Comunidad Atacameña de Caspana, la Comunidad Atacameña de Conchi Viejo, la Comunidad Atacameña de Ayquina-Turi, la Comunidad Atacameña de Cupo, la Comunidad Atacameña de Toconce, Comunidad Atacameña

San Francisco de Chiu-Chiu, Comunidad Quechua de Ollagüe y la Comunidad Atacameña de Taira. La directiva de cada comunidad se encuentra compuesta por el presidente, tesorero, secretario y consejeros (varía la cantidad), entregando un total de miembros que se muestra a continuación:

Tabla 3-110 Número de miembros de directivas por comunidad o asociación, Zona 2

Comunidad o asociación indígena	Cantidad de miembros
Comunidad Atacameña de Caspana	5
Comunidad Atacameña de Conchi Viejo	<i>sin información</i>
Comunidad Atacameña de Ayquina-Turi	7
Comunidad Atacameña de Cupo	5
Comunidad Atacameña de Toconce	5
Comunidad Atacameña San Francisco de Chiu-Chiu	6
Comunidad Quechua de Ollagüe	5
Comunidad Atacameña de Taira	4

Fuente: Elaboración propia en base a nómina de comunidades de CONADI.

Por otra parte, las OUAs formalizadas en este territorio son un total de 23 comunidades de aguas, las cuales corresponden a:

Tabla 3-111 OUAs formalizadas, Zona 2

Nº	Comunidades de aguas
1	Comunidad Canal San Antonio de Lasana
2	Comunidad Canal Quinchira de Lasana
3	Comunidad Canal Los Ramírez de Lasana
4	Comunidad Canal Pona de Lasana
5	Comunidad Canal La Banda-Ramal Los Blancos de Chiu-Chiu
6	Comunidad Canal Grande-Ramal N°3 Piar de Chiu-Chiu
7	Comunidad Canal Grande-Ramal N°6 San Andrés de Chiu-Chiu
8	Comunidad Canal Grande-Ramal El Triángulo de Chiu-Chiu
9	Comunidad Canal El Pueblo de Chiu-Chiu
10	Comunidad Canal El Pueblo-Ramal El Pongo de Chiu-Chiu
11	Comunidad Canal El Pueblo-Ramal La Parroquia de Chiu-Chiu
12	Comunidad Canal El Pueblo-Ramal Santa Faustina de Chiu-Chiu
13	Comunidad Canal Buen Retiro de Lasana
14	Comunidad Canal Quilchiri de Lasana
15	Comunidad Canal Los Perales de Lasana
16	Comunidad Canal La Banda y Lasana y Chiu-Chiu
17	Comunidad Canal Grande de Lasana y Chiu-Chiu
18	Comunidad Canal Grande-Ramal N°4 Pukará de Chiu-Chiu
19	Comunidad Canal Grande-Ramal San Juan de Chiu-Chiu
20	Comunidad Canal Grande-Ramal Callejón de Chiu-Chiu
21	Comunidad Canal El Pueblo-Ramal Cochala de Chiu-Chiu
22	Comunidad Canal El Pueblo-Ramal El Calvario de Chiu-Chiu
23	Comunidad Canal El Pueblo-Ramal San Ramón de Chiu-Chiu

Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2015.

Las directivas de cada comunidad indígena cuentan con el apoyo de CONADI para la gestión de sus actividades internas e INDAP los capacita para el trabajo agrícola. Sin embargo, las OUAs no tienen directivas actualizadas para acceder a beneficios de CNR.

Las comunidades indígenas cuentan con derechos de aguas concedidos para cada agrupación. Según la inscripción en el Conservador de Bienes Raíces (CBR) y en el Catastro Público de Aguas (CPA), el caudal medio anual permitido es:

Tabla 3-112 Estado de derechos de agua de comunidades indígenas, Zona 2

N°	Comunidad indígena	Derechos de agua (l/s)
1	Comunidad Atacameña de Ayquina-Turi	164
2	Comunidad Atacameña de Conchi Viejo	0,3
3	Comunidad Atacameña de Cupo	18,1
4	Comunidad Atacameña de Cupo y Otros	2,8
5	Comunidad Atacameña de Toconce	100
6	Comunidad Atacameña de Caspana	40,1
7	Comunidad Quechua de Ollagüe	29

Fuente: Elaboración propia en base a DGA, 2015.

En relación a las OUAs formalizadas, el diagnóstico legal de derechos de la cuenca del Loa presenta la siguiente información:

Tabla 3-113 Estado de derechos de agua de comunidades de aguas, Zona 2

Nombre	Superficie de riego (ha)	Caudal l/s	Capacidad m ³ /año actual
Comunidad Canal San Antonio de Lasana	2,34	2,063	65.052
Comunidad Canal Buen Retiro de Lasana	11,42	10,376	327.216
Comunidad Canal Quinchira de Lasana	2,25	2,494	78.650
Comunidad Canal Quilchiri de Lasana	4,94	4,355	137.332
Comunidad Canal Los Ramírez de Lasana	4,78	4,037	127.324
Comunidad Canal Los Perales de Lasana	6,46	5,615	177.086
Comunidad Canal Pona de Lasana	22,08	19,718	621.824
Comunidad Canal La Banda de Lasana y Chiu-Chiu	48,21	42,356	1.335.744
Comunidad Canal La Banda-Ramal Los Blancos de Chiu-Chiu	7,18	6,495	204.824
Comunidad Canal Grande de Lasana y Chiu-Chiu	29,79	25,168	793.700
Comunidad Canal Grande-Ramal N° 3 Piar de Chiu-Chiu	s/i	3,112	98.134
Comunidad Canal Grande-Ramal N° 4 Pukará de Chi-Chiu	s/i	18,253	575.638
Comunidad Canal Grande-Ramal N° 6 San Andrés de Chiu-Chiu	s/i	5,333	168.190
Comunidad Canal Grande-Ramal San Juan de Chiu-Chiu	s/i	8,727	275.220
Comunidad Canal Grande-Ramal El Triángulo de Chiu-Chiu	s/i	6,488	204.608
Comunidad Canal Grande-Ramal Callejón de Chiu-Chiu	s/i	4,179	131.776
Comunidad Canal El Pueblo de Chiu-Chiu	s/i	14,034	442.576
Comunidad Canal El Pueblo-Ramal Cochala de Chiu-Chiu	s/i	0,406	12.788
Comunidad Canal El Pueblo-Ramal El Pongo de Chiu-Chiu	s/i	10,826	341.413
Comunidad Canal El Pueblo-Ramal El Calvario de Chiu-Chiu	s/i	0,476	15.012
Comunidad Canal El Pueblo-Ramal La Parroquia de Chiu-Chiu	s/i	0,820	25.824
Comunidad Canal El Pueblo-Ramal San Ramón de Chiu-Chiu	s/i	6,127	193.210
Comunidad Canal El Pueblo-Ramal Santa Faustina de Chiu-Chiu	2,12	1,869	58.928
TOTAL		203,327	6.412,069

Fuente: Elaboración propia en base a CNR, 2014.

s/i: sin información

De la tabla anterior se deduce que el caudal concedido total actualmente es de 203,3 l/s y la capacidad anual en el canal es de 6.412 m³/año.

En relación al capital social, la organización en comunidades indígenas y el empoderamiento de sus atribuciones, confiere a los usuarios una alta capacidad de liderazgo y motivación para el desarrollo de sus actividades internas. Entre ellos se organizan, gestionan y distribuyen sus recursos con el fin de preservar sus tradiciones ancestrales.

Las OUAs tienen una alta capacidad de propuesta y entusiasmo por participar en iniciativas que les entreguen beneficios concretos de capacitación u obra, estos se potencian debido al apoyo del INDAP y de PROLOA. Además, poseen capacidad de resolución de conflictos ya que cuentan con sus estatutos, aunque las directivas no están actualizadas, por lo que no les permite postular a proyectos CNR.

3.9.2.4 Zona 3

La forma de organización de este territorio cuenta con comunidades indígenas y organizaciones de usuarios de aguas (OUAs). Las comunidades y asociaciones indígenas presentes en la zona con su número de miembros de sus respectivas directivas son:

Tabla 3-114 Número de miembros de directivas por comunidad o asociación, Zona 3

Comunidad o Asociación	Cantidad de Miembros
Comunidad Indígena Sumac Llajta	5
Comunidad Indígena de La Banda	4
Comunidad Atacameña Agrícola y Cultural "Kamac Mayu, Hijos de Yalquincha	4
Asociación Indígena Likan Tatay	3
Asociación Indígena Yaalir	5
Asociación Indígena Lickan Antay	5
Asociación Indígena Lay Lay	4

Fuente: Elaboración propia en base a nómina de comunidades de CONADI.

Entre las OUAs, existen 19 comunidades de aguas, 2 ubicados en Quillagua y el resto en la comuna de Calama. Las comunidades de aguas presentes en la zona son:

Tabla 3-115 Comunidades de aguas, Zona 3

Nº	Comunidades de Aguas
1	Comunidad Canal Yalquincha
2	Comunidad Canal Coco La Villa-Ramal Berna de Calama
3	Comunidad Canal Coco La Villa-Ramal Bilbao
4	Comunidad Canal Coco La Villa-Ramal Radic
5	Comunidad Canal Tronco
6	Comunidad Canal Lay-Lay-Ramal Carvajal
7	Comunidad Canal Lay-Lay-Sector La Banda de Calama
8	Comunidad Canal Chunchuri Bajo
9	Comunidad Canal Bocatoma Dupont
10	Comunidad Canal 2 Quillagua
11	Comunidad Canal Coco La Villa-Ramal Tambores
12	Comunidad Canal Coco La Villa de Calama
13	Comunidad Canal Coco La Villa-Ramal Quinta El Bosque
14	Comunidad Canal Chañar de Calama
15	Comunidad Canal Topater
16	Comunidad Canal Lay-Lay-Ramal Chunchuri Alto
17	Comunidad Canal Núñez

Nº	Comunidades de Aguas
18	Comunidad Canal La Prensa
19	Comunidad Canal 1 Quillagua

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que en Calama, los agricultores están agrupados en la ASAC, agrupación que los coordina y administra y que cuenta con una directiva actualizada.

En cuanto a los directivos y celadores de las comunidades, estos no se encuentran capacitados para supervisar el estatuto que rigen las organizaciones. En la realidad, se están produciendo entregas de aguas no autorizadas y extracciones de regantes no usuarios de la comunidad. Esta situación se encuentra en conocimiento de los propios usuarios, quienes se dividen entre el apoyo y el rechazo de estas prácticas irregulares.

En relación a los derechos de aguas, las comunidades de agua cuentan con derechos concedidos, sin embargo, los registros no están actualizados en el Conservador de Bienes Raíces (CBR), por lo que no presentan el registro de aguas regularizado.

El diagnóstico de la situación legal de derechos de aguas cuenca del Loa en la zona 3 con sus respectivas superficies de Riego (ha) y volumen asociado se presentan a continuación:

Tabla 3-116 Estado de derechos de agua comunidades de aguas, Zona 3

Nombre	Sup. de Riego (ha)	Caudal (l/s)	Capacidad m3/año Actual
Comunidad Canal Yalquincha	50	49,641	1.565.491
Comunidad Canal Coco La Villa-Ramal Tambores	34,75	31,625	997.325
Comunidad Canal Coco La Villa-Ramal Berna de Calama	95,28	86,31	2.721.745
Comunidad Canal Coco La Villa de Calama	90,52	86,90	2.765.097
Comunidad Canal Coco La Villa-Ramal Bilbao	16,3	14,607	460.635
Comunidad Canal Coco La Villa-Ramal Quinta El Bosque	4,39	3,995	125.993
Comunidad Canal Coco La Villa-Ramal Radic	40,41	38,14	1.202.817
Comunidad Canal Chañar de Calama	45,22	50,92	1.605.820
Comunidad Canal Tronco	28	25,483	803.642
Comunidad Canal Topater	118,82	123,387	3.891.126
Comunidad Canal Lay-Lay-Ramal Carvajal	s/i	27,848	878.229
Comunidad Canal Lay-Lay-Ramal Chunchuri Alto	s/i	s/i	3.193.219
Comunidad Canal Lay-Lay-Sector La Banda de Calama	s/i	74,19	2.366.126
Comunidad Canal Núñez	s/i	100,562	3.171.350
Comunidad Canal Chunchuri Bajo	s/i	168,53	5.317.296
Comunidad Canal La Prensa	s/i	32,835	1.035.480
Comunidad Canal Bocatoma Dupont	s/i	22,624	713.482
Comunidad Canal 1 Quillagua	s/i	6,032	3.304.914
Comunidad Canal 2 Quillagua	s/i	40,074	1.263.784
TOTAL			37.383,571

Fuente: Elaboración propia.

El caudal total concedido no se ha podido calcular por faltar algunos datos. Además, debe considerarse que las comunidades indígenas no cuentan con derechos de aguas.

En el ámbito del capital social, la motivación interna de los grupos es positiva, aunque existe entre ellos una gran sensación de impotencia por la pérdida de agua. Frente a esto se encuentran dispuestos a reunirse y trabajar. Sin embargo, el principal inconveniente es que no se ven soluciones frente a la escasez de agua, al contrario, observan que la situación empeora con el tiempo y las instituciones no evitan el desecamiento que está ocurriendo en el río Loa.

Las OUAs y agricultores tienen una baja capacidad de propuesta a proyectos de la Ley de Fomento, principalmente debido a las exigencias de la ley y por la escasa capacidad de realizar aportes propios. Junto con lo anterior tampoco presentan la capacidad de resolver conflictos, se ha advertido del reparto irregular de las aguas, el cual no ha sido subsanado por las directivas.

3.9.2.5 Zona 4

La forma de organización de este territorio corresponde a las comunidades indígenas y asociaciones regantes, estos son quienes administran, gestionan y distribuyen internamente el recurso hídrico. Las comunidades y asociaciones atacameñas presentes en la zona y la cantidad de miembros de sus respectivas directivas son:

Tabla 3-117 Número de miembros de directivas por comunidad o asociación, Zona 4

Comunidad o asociación	Cantidad de miembros
Comunidad Atacameña de Solor	5
Comunidad Atacameña de Río Grande	5
Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Río Vilama	5
Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Soncor	3

Fuente: Elaboración propia.

La Comunidad Atacameña de Río Grande organiza a las comunidades indígenas del pueblo de San Pedro de Atacama, que corresponden a los Ayllu de Quitar, Condeduque, Yaye, Larache, Solcor, Checar, Séquitor, Coyo, Solor, Tulor, Better, Poconche y Cucuter.

Dichas comunidades no cuentan con capacitación técnica y legal para la gestión interna y acciones legales externas. En esta zona los derechos de aprovechamiento están regularizados e inscritos a nombre de las comunidades indígenas. Los derechos inscritos por las comunidades son:

Tabla 3-118 Estado de derechos de agua de comunidades indígenas, Zona 4

N°	Comunidad indígena	Derechos de agua (l/s)
1	Comunidad Atacameña de Río Grande y Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de San Pedro de Atacama.	1.157
2	Comunidad Atacameña de Solor	1,5
3	Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores Río Vilama	221
4	Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores Soncor	12,3

Fuente: Elaboración propia.

En lo que relaciona al capital social, el liderazgo y motivación de los grupos está dado por el empoderamiento de las comunidades indígenas y sus líderes. Los grupos de regantes y comunidades atacameñas se organizan entorno a sus dirigentes y al Consejo Pueblos Atacameños. Se desarrollan también la Asociación de Productores del Río San Pedro integrada por 800 socios y la Asociación de Productores del Río Vilama con 70 socios.

La gestión de los caudales otorgados para la Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de San Pedro de Atacama, para el caso del río San Pedro, fue organizada en 7 grupos, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 3-119 Gestión del caudal otorgado

Grupo	Canales	Tiempo de riego (por ha)	Horario de riego	Frecuencia de riego (días)	Caudal (l/s)
1	Capia Silo Morro Blanco	2 hrs 30 minutos	08:00 a 19:30	19	78,73
	La Patilla Cuchabrache Catarpe Naranja Tambillo Bellavista Suchor Guachar	2 hrs 30 minutos	08:00 a 20:00	16	63,58
2	Medalla Monte Toro Gentilar Amacay	2 hrs 30 minutos	08:30 a 20:30	18	72,62
	Inca Checar Alto Checar Bajo Matriz Checar	2 hrs 30 minutos	09:00 a 20:30	19	97,17
	Turbina Aguilar Mutar Paxa	2 hrs 30 minutos	08:00 a 20:00	18	78,85
3	Pilcache 1 Pilcache 2 Pilcache 3 Aymani Las Cañas Toconao Chico San Miguel	2 hrs	08:00 a 20:30	18	95,8
	Larache La Banda	2 hrs 30 minutos	08:00 a 20:30	17	74,5
4	Chocor Tompator Tocor Sandon Rodríguez Calvario Putaisor	2 hrs	10:00 a 22:00	18	94,61

Grupo	Canales	Tiempo de riego (por ha)	Horario de riego	Frecuencia de riego (días)	Caudal (l/s)
	Milagro Cubilante Orquiche Tocoche Vaca Mucher Final Calvario Alto Piedra	2 hrs	09:00 a 21:00	19	105,7
5	Canal 1 Canal 2	2 hrs 30 minutos	09:00 a 21:00	18	75,8
	Canal 3 Canal 4	2 hrs 30 minutos	09:00 a 21:00	18	109,7
	Canal 5 Canal 6	2 hrs	09:00 a 21:00	18	102,2
6	Canal 2 El Monte	2 hrs	09:30 a 21:30	18	78,2
	Canal 1	2 hrs	09:30 a 21:30	18	91,1
7	Estanque	s/i	s/i	s/i	s/i

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla se deduce que la distribución del agua de riego en la Asociación San Pedro se divide en 7 grupos, esto se realiza para que exista una mayor organización sobre la gestión de los caudales otorgados. El tiempo de riego por ha en cada grupo varía entre las 2 horas y 2 horas con 30 minutos de duración y con una frecuencia de riego que va desde los 16 a los 19 días. En relación a los horarios de riego, estos promedian las 12 horas por día (entre 08:00-20:00 horas y las 10:00-22:00 horas).

Los grupos en esta zona tienen una alta capacidad de propuestas para proyectos e iniciativas, sin embargo, requieren de sistemas de formulación de las iniciativas, las fechas, plazos claves y ofertas de consultores en la Región.

Finalmente, frente a la resolución de conflictos, en este territorio existen rencillas internas por dos causas: la primera por las actividades propias de los comuneros, ya que los agricultores opinan que el turismo local utiliza el agua comunitaria para negocio personal, y el segundo, por la postura que existe ante la ejecución de proyectos de regulación en la zona.

Según los datos entregados por el Programa de Desarrollo Local (PRODESAL) de San Pedro de Atacama, la proporción entre usuarios del género femenino y masculino corresponde a un 55% de mujeres y 4% de hombres.

3.9.2.6 Zona 5

En esta zona los usuarios se organizan en Asociaciones Agrícolas, desarrollándose tres en la zona: Los Loros conformada por 65 socios, La Cachina con 60 socios y el Hueso con 35, siendo esta última asociación sin fines de lucro. Además, cabe señalar que no se han identificado OUAs y que ninguna organización cuenta con derechos de aprovechamiento de aguas.

La directiva que cada asociación tiene la capacidad de dirección de grupo, sin embargo, estas trabajan con apoyo permanente del PRODESAL, el cual ayuda a mejorar la producción agrícola y ganadera de los pequeños productores a través de diversas asesorías y fondos para su inversión.

Frente a la capacidad de liderazgo y motivación de los grupos existentes en la zona, estos están dados por la directiva de las organizaciones y por el apoyo de PROSEDAL, el cual orienta a contribuir el desarrollo de los más pobres en la agricultura. Las propuestas cuentan con apoyo técnico de PRODESAL-INDAP y asesoría del SAG frente al uso de los plaguicidas en sus actividades.

El principal rubro que se practica es la Olivicultura, incrementando la superficie cultivada gracias a CONAF que entregó 1.500 árboles frutales y ornamentales con el fin de mejorar las condiciones de sustentabilidad del proyecto, y a INDAP que ayuda al manejo de cultivos mediante talleres y asistencias técnica. Finalmente, la inclusión que se da en las asociaciones de la zona, estas incluyen mujeres y hombres a la agricultura, con una distribución de género de 65% femenino y 35% masculino.

3.9.2.7 Zona 6

En la zona 6 la forma de organización es mediante la Asociación de Altos La Portada (ASGRALPA), asociación que tiene una antigüedad de casi 10 años y que organiza a un total de 140 agricultores. Esta asociación funciona de manera organizada con una directiva actualizada y vigente, sin embargo, no cuenta con regularizaciones de tierras ni de aguas.

Dicha asociación posee una concesión onerosa por parte de Bienes Nacionales a través del INDAP, el cual les entrega un otorgamiento de derecho especial para el uso de los terrenos de dominio fiscal (5.000 m² por usuario) por un plazo determinado. El territorio no cuenta con derechos de aprovechamiento de aguas registrados en la DGA.

Frente a la capacidad de propuestas, internamente han gestionado su trabajo en la hidroponía (cultivos sin utilización del suelo), con apoyo técnico por parte de INDAP y mesas de trabajos con el SEREMI de Agricultura. Además, de poseer una capacidad alta de resolución de conflictos por lo que facilita su organización de manera adecuada para los proyectos.

3.9.2.8 Demandas Manifestadas por las OUAs

En talleres de Participación Ciudadana⁵ realizados en Calama en el marco de la elaboración de este plan, se han recogido las inquietudes y propuestas de mejora de estas organizaciones. En resumen, los principales puntos levantados en las instancias fueron los siguientes:

- Problemas con los derechos de agua.
- Falencias en la infraestructura de los canales intraprediales.
- Suciedad de canal que atraviesa la ciudad de Calama.
- Falta de contacto de las instituciones como la DGA o DOH.
- Falta de fiscalización de las obras.
- Interés en el riego tecnificado.

⁵ Taller PAC Calama, sede de la Asociación de Agricultores de Calama, 13.11.15

- Hacer valer el uso del agua de ríos Loa y Salado.
- Falta fiscalización de DGA – DOH partiendo con la distribución desde Chiu Chiu.
- Un canal para Calama con control en la distribución inicial en Chiu Chiu.
- Acopio agua estanques acumuladores.
- Mayor comunicación entre agricultores para mejorar la gestión de la comunidad de agua.
- Solicitar DOH envíe más agua del río Loa y se haga más fiscalización.
- Derechos de agua de Calama sean entregados con litros que corresponden.
- Construcción canales, empresas de la zona (no contratistas de Santiago).
- Conformar asociación de canalistas, un plan de riego o normativa.
- Revestir todos los canales ya que sólo el 20% de los canales está revertido.
- Mala calidad del agua.
- Agua salada. Solución: planta de tratamiento.
- Cambio del agua: dulce para la agricultura y salada para la minería.

El Presidente de la Asociación de Agricultores de Calama, ASAC, identificó algunos temas que impactan directamente en la gestión de las organizaciones. Uno de ellos es la dificultad para acceder a proyectos, debido a que con el financiamiento actual del INDAP o CNR, el agricultor debe hacer aportes que no puede afrontar. Además, para acceder al financiamiento, se requiere vivir de la agricultura, lo que es muy difícil, debido a la falta de rentabilidad de la misma y a la disponibilidad de trabajo en el sector minero.

Otro problema surge de los derechos individuales, lo que ha derivado en que muchos agricultores, ante las ofertas y presión de las mineras, han vendido sus derechos, no así en San Pedro, donde son comunitarios. Asimismo, está el tema legal con las herencias que no permiten subdividir un terreno por debajo de 0,5 ha. Muchas veces la herencia se la tienen que repartir entre 10 o más, entre los cuales muchos de ellos o ninguno son agricultores. Ante el conflicto, se suele optar por vender el derecho de agua y repartírselo, abandonando el cultivo de la parcela.

Existen 12 Comunidades de canalistas independientes en Calama, sin un órgano aglutinador que las coordine. Cada comunidad dispone de su celador y directiva. El dirigente manifiesta que un impacto directo en la gestión de las organizaciones es la falta de recambio generacional, “la falta de oportunidades en la agricultura hace que los jóvenes busquen oportunidades en otros sectores, como la minería o el turismo, envejeciendo la población agraria, haciéndola menos dinámica”.

La jurisdicción de una OUA consiste en el radio de acción y tuición que tiene sobre los diferentes derechos de aprovechamiento de sus miembros y las obras sometidas a su competencia. Como toda organización, debe resolver los conflictos que se originen respecto de su administración. En la Región de Antofagasta, los conflictos más comunes tienen que ver con el reparto del agua que hacen los celadores. Esto en un contexto de escasez hídrica que agudiza el problema.

El SEREMI de Agricultura se reúne el segundo miércoles de cada mes con los agricultores de Calama en la mesa de trabajo del Oasis de Calama, donde se discuten los temas que afectan a los agricultores y se buscan soluciones conjuntas. Este trabajo es bastante apreciado por la ASAC, ya que reconocen el esfuerzo por parte del SEREMI. De estas reuniones también participa el Coordinador Regional de Riego con el fin de levantar las demandas relacionadas con el riego y buscar caminos de solución.

De acuerdo a lo analizado, el principal desafío para las organizaciones de usuarios es el fortalecimiento organizacional, ya que es la causa de los conflictos y repartos no regularizados del agua de las comunidades. Además, hay brechas importantes en relación con el uso de la tecnología, por lo que es necesario entregar la información para los proyectos en el territorio, conversando con las personas, guiándolas en las postulaciones, paso a paso.

3.9.2.9 Resumen de Derechos de Agua Autorizados para Comunidades y Asociaciones Indígenas

A partir de los antecedentes obtenidos de la DGA, se ha recopilado la información de los derechos constituidos por las comunidades y asociaciones indígenas de la región. El ejercicio del derecho en todas las solicitudes aprobadas es permanente y continuo y de naturaleza en su mayoría superficial, aunque también hay extracciones de aguas subterráneas.

A pesar de que en general las comunidades cuentan con derechos conseguidos, las organizaciones en general manifiestan permanentemente su preocupación en lo que respecta al agua y al medio ambiente. Del total de ideas que han pronunciado a la fecha, es posible realizar la siguiente sistematización:

Tabla 3-120 Derechos concedidos a comunidades y asociaciones indígenas (l/s)

Nombre solicitante	Caudal promedio anual
Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores del Río Vilama	221
Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Aguas Blancas	110
Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Celeste	4
Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Soncor	12,3
Comunidad Atacameña de Ayquina-Turi	164,7
Comunidad Atacameña de Camar	26,6
Comunidad Atacameña de Catarpe Y Otros	45
Comunidad Atacameña de Conchi Viejo.	0,3
Comunidad Atacameña de Cupo	18,1
Comunidad Atacameña de Cupo Y Otros	2,8
Comunidad Atacameña de Machuca	13,8
Comunidad Atacameña de Peine	65,6
Comunidad Atacameña de Río Grande Y Otros	1157
Comunidad Atacameña de Socaire	155,33
Comunidad Atacameña de Solor	1,5
Comunidad Atacameña de Talabre	181,3
Comunidad Atacameña de Toconao	390
Comunidad Atacameña de Toconao S/N	67,4
Comunidad Atacameña de Toconce	100
Comunidad Indígena Atacameña de Caspana	40,1
Comunidad Indígena Atacameña de Peine	15,4
Comunidad Quechua de Ollagüe	29
Total General	2.821,23

Fuente: DGA, 2015 (a).

- a. Establecer normas de excepción y/o modificaciones al Código de Aguas promulgado en 1980 de modo que los derechos sobre las aguas no sean separados del derecho sobre las tierras. Aunque hay modificaciones en curso, no han sido explicadas con claridad ante las

comunidades, por lo tanto, existe una sensación general de desinformación y descontento.

- b. Paralizar la entrega de permisos de exploración y derechos de aguas subterráneas a las compañías mineras, mientras no se reconozca y resguarde territorio indígena atacameño. La concesión de los derechos a las empresas privadas es considerada una injusticia y una violación a los derechos de las comunidades, ya que el estado debería abogar por la preservación de estas aguas para la conservación de los territorios indígenas y sus recursos naturales.
- c. Ampliar la delimitación de las zonas de acuíferos que alimentan las vegas y bofedales de la provincia El Loa realizada por la DGA, e incluir además a los acuíferos que alimentan los oasis, ya que la actual delimitación es insuficiente para el resguardo de las tierras utilizadas para el pastoreo y la agricultura.
- d. Declarar agotamiento a los acuíferos de la región, para que no sigan cediéndose derechos de aguas subterráneas a las mineras.
- e. Realizar de estudios científicos y técnicos que den cuenta de la situación y condición actual de los cursos y depósitos de aguas subterráneas que se encuentren dentro del territorio reivindicado, o lo abastezcan.
- f. Exigir que se respete la legislación referida al uso exclusivo de pozos subterráneos particulares con fines no comerciales.
- g. Limitar la extracción de aguas subterráneas a fines agrícolas y ganaderos. Proponer el uso de agua de mar para actividades extractivas mineras.

3.9.3 Mercado del Agua

De acuerdo con el Código de Aguas de 1981, los derechos de aprovechamiento de aguas constituidos se clasifican de acuerdo a los siguientes criterios: la utilización de los caudales, la disponibilidad del recurso y el tiempo de uso.

Según la utilización se dividen en derechos consuntivos que permiten a su titular consumir totalmente las aguas en cualquier actividad, y los no consuntivos que obligan al usuario a restituirlo respetando ciertas exigencias. De acuerdo con la disponibilidad se dividen en permanentes y eventuales, y según el tiempo de uso se dividen en continuos, discontinuos y alternados.

Para que estos derechos puedan ser transados en el mercado, se requiere una asignación inicial de derechos de uso del agua que otorgue certeza jurídica. También se debe dar las condiciones para que los costos de transacción sean bajos, ya que el código de aguas de 1981 tiene como elemento esencial la existencia de un mercado de aguas activo. Estos mercados permiten que regular el precio del agua debido a su escasez, lo que estimula un uso eficiente del recurso hídrico. También propende hacia una asignación del agua hacia sus usos de mayor valor económico, mediante la redistribución en la propiedad de los derechos de uso del agua.

El recurso hídrico se reasigna mediante el intercambio de algún tipo de derecho de propiedad, ya sea por un periodo limitado de tiempo (arriendo) o perpetuidad (venta). Existen incentivos para realizar compras y/o ventas de derechos que llevan a reasignar los derechos de aprovechamiento.

Para la Región de Antofagasta, debe considerarse una región minera con un fuerte componente indígena, quienes han cuestionado constantemente el modelo establecido que se les “ha impuesto”, el cual ha sido pensado y aplicado solo para la extracción de recursos y la actividad económica como lo relevante para el desarrollo.

En el sector minero, los derechos de agua están en manos de empresas privadas, mayoritariamente transnacionales, las que han acumulado derechos de agua superficiales y subterráneos. En el caso de la Región de Antofagasta, la minería utiliza sobre 1.000 l/s de aguas superficiales y posee casi el 100% de los derechos sobre las aguas subterráneas⁶.

Entre los agricultores también existen irregularidades con respecto al mercado del agua. En la cuenca del río Loa se realizó un estudio a cargo de la CNR sobre derechos de aprovechamiento de agua (DAA) el cual no pudo ser terminado como se quería debido a la negativa de las comunidades a cooperar con dicho estudio (CNR, 2014), principalmente porque existe mucho agricultor sin DAA que hace uso del recurso de todas formas, ya que como comenta el Coordinador de la CNR de la Región de Antofagasta, la visión que tiene el agricultor indígena se contrapone con la del código de aguas, en donde el agua como elemento sagrado le corresponde a todos. Así también existe mucha negativa de los agricultores hacia los traslados de derechos de aprovechamiento desde una organización a otra o de una cuenca a otra.

La situación de escasez que afecta a las cuencas de los ríos Loa es terminal, y se ha extendido a la cuenca del Salar de Atacama debido a la expansión de la minería y los impactos debido al Cambio Climático (IPCC, 2007)⁷. En estos momentos el río Loa se encuentra declarado como agotado, así como sus afluentes a petición de la comunidad Atacameña de San Francisco de Chiu Chiu, esta petición es respaldada por los estudios técnicos que demuestran que en el cauce del río Loa y sus afluentes no existen recursos para constituir nuevos derechos consuntivos permanentes por lo que a partir del año 2000 no se pueden conceder nuevos derechos de aprovechamiento consuntivos permanentes en el río Loa y sus afluentes⁸. Recientemente se ha comunicado la voluntad de la comunidad de San Pedro de Atacama de declarar el agotamiento del río Vilama, trámite que se encuentra a la espera de resolución por parte de la Dirección General de Aguas.

En las tablas siguientes se presenta, las transacciones de derechos de agua realizadas en los años 2005 y 2013, recopiladas en las oficinas de Conservador de Bienes Raíces (CBR). Se aclara, que no se realizó un análisis a años más cercanos al presente, por no existir transacciones de derechos de agua de ningún tipo.

⁶ Equivalente a 12.000 litros por segundo, de acuerdo a la Dirección General de Aguas de Antofagasta (2009).

⁷ IPCC-Grupo Trabajo III, V/A -(2007) y Departamento de Geología y Geofísica, Universidad de Chile, 2007.

⁸ Resolución Exenta de Agotamiento del río Loa y sus afluentes. DGA, 2000.

Tabla 3-121 Transacciones de derechos de agua, año 2005

Lugar CBR	Registro año CBR actual	Tipo de transacción	Valor de la transacción (\$CLP)	Unidad
Calama	2005	Compra Venta	1.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	1.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	1.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	1.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	2.900.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	1.500.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	3.390.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	1.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	3.400.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	50.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	17.680.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	2.122.900	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	35.160.500	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	2.400.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	130.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	10.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	40.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	24.865.600	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	24.865.600	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	37.200.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	9.800.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	4.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	3.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	5.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	3.400.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	3.400.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	413.664.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	413.664.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	413.664.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	3.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	7.400.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	3.400.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	4.462.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	600.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	73.035.200	Pesos
Calama	2005	Adjudicación	3.152.440	Pesos
Calama	2005	Adjudicación	1.017.480	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	23.069.600	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	60.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	26.700.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	1.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	1.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	1.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	1.000.000	Pesos

Lugar CBR	Registro año CBR actual	Tipo de transacción	Valor de la transacción (\$CLP)	Unidad
Calama	2005	Compra Venta	1.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	1.000.000	Pesos
Calama	2005	Compra Venta	1.000.000	Pesos
Taltal	2005	Compra Venta	49.380.072	Pesos

Fuente: DGA, 2015.

Tabla 3-122 Transacciones de derechos de agua, año 2013

Lugar CBR	Registro año CBR actual	Tipo de transacción	Valor transacción (\$CLP)	Unidad
Antofagasta	2013	Compra Venta	10.000.000	Pesos
Calama	2013	Compra Venta	247.351.512	Pesos
Calama	2013	Compra Venta	66.435.948	Pesos
Calama	2013	Cesión	1.000.000	Pesos
Calama	2013	Compra Venta	15.000.000	Pesos
Calama	2013	Compra Venta	800.000	Pesos
Calama	2013	Compra Venta	3.000.000	Pesos
Calama	2013	Compra Venta	20.000.000	Pesos
Calama	2013	Compra Venta	2.000.000	Pesos
Calama	2013	Inscripción	9.000.000	Pesos
Calama	2013	Compra Venta	24.000.000	Pesos
Calama	2013	Cesión	1.200.000	Pesos
Calama	2013	Compra Venta	90.000.000	Pesos
Calama	2013	Compra Venta	300.000	Pesos
Taltal	2013	Aporte	18.000.000	Pesos
Taltal	2013	Aporte	18.000.000	Pesos
Taltal	2013	Aporte	18.000.000	Pesos
Calama	2013	Compra Venta	3.000.000	Pesos
Calama	2013	Compra Venta	500.000	Pesos
Maria Elena	2013	Compra Venta	500.000	Pesos
Maria Elena	2013	Compra Venta	2.500.000	Pesos
Taltal	2013	Compra Venta	100.000	Pesos
Taltal	2013	Compra Venta	5.100.000	Pesos

Fuente: DGA, 2015.

Se aprecia, en las tablas anteriores, la disminución en cuanto a transacciones de derechos de agua entre los años analizados. Existiendo 48 transacciones en el año 2005 y 23 en el año 2013.

En la Tabla 3-111, se presenta los montos totales, en pesos, de las transacciones de derechos realizadas en los años 2005 y 2013.

Tabla 3-123 Ingresos por transacciones de derechos de agua, años 2005 y 2013

Año de registro	Monto total
2005	1.872.343.392
2013	555.787.460

Fuente: DGA, 2015.

En la tabla anterior se observa que la cantidad de ingresos por las transacciones de los derechos de agua, ha bajado considerablemente, siendo concordante con la información entregada previamente, en cuanto a la disminución en la venta de estos derechos.

3.9.4 Gestión Institucional Pública para el Apoyo al Riego

La convergencia de la gestión de las instituciones públicas viene a ser fundamental en el desarrollo del riego. La coordinación institucional permite la creación de sinergias, evita la duplicidad de funciones y mejora la comunicación con los usuarios, lo que se ve ejemplificado en algunas instancias, como las Comisiones Regionales de Riego y el trabajo coordinado que desarrollan la SEREMI de Agricultura, CNR, INDAP y CONADI para impulsar proyectos de fomento al riego.

A continuación, se describen las principales funciones y actividades que realizan las instituciones relacionadas con el fomento al riego en la región.

3.9.4.1 SEREMI de Agricultura

En la Región de Antofagasta, la SEREMI de Agricultura tiene un rol activo en la gestión del riego, con una gran preocupación por la participación ciudadana y la consideración de todos los actores sociales, en especial las comunidades indígenas. A modo de ejemplo, se pueden citar la Mesa del Oasis de Calama y la Mesa de Trabajo con ASGRALPA. En la primera, trabaja con los agricultores de la Asociación de Agricultores de Calama, ASAC, para avanzar en la solución de sus demandas. En la segunda, apoya el desarrollo de la hidroponía a los Agricultores de Antofagasta.

Además, en las localidades del interior de la región, la SEREMI de Agricultura participa en mesas de trabajo con las comunidades y en las reuniones de las Áreas de Desarrollo Indígena Regionales, ADI Atacama La Grande y ADI Alto El Loa.

Por su parte, la SEREMI también preside la Comisión Regional de Riego, instancia de coordinación de los servicios públicos vinculados con el riego.

3.9.4.2 Comisión Nacional de Riego CNR

La Comisión Nacional de Riego actúa de manera coordinada con otras instituciones públicas para desarrollar su trabajo, principalmente con la SEREMI de Agricultura, INDAP y CONADI. En la región ha implementado una serie de iniciativas, entre los que se puede mencionar sistemas comunitarios de acumulación en Talabre, Socaire, Peine, Camar y en San Pedro de Atacama.

En Caspana la CNR ha seleccionado para financiar por la Ley, un proyecto de construcción de acueducto que aún no llega a ejecutarse. En Lasana se han desarrollado obras de revestimiento, en Quillagua ha estado apoyando a la hidroponía mediante proyectos de tecnificación y en Quitor se ha bonificado la instalación de riego por goteo. Además, en la región la CNR ha realizado numerosos estudios de evaluación del potencial de explotación agropecuario, situación legal de los derechos de agua y diagnóstico de los cursos y cuerpos de agua, entre otros.

La CNR opera mediante un encargado regional, que trabaja en las oficinas de la SEREMI de Agricultura, pero no cuenta con equipo de trabajo. El profesional identifica como un problema relevante para el fomento al riego, la falta de consultores de la Ley N°18.450 en la región.

3.9.4.3 Comisión Regional de Riego CRR

En la Región de Antofagasta, la CRR está conformada por las instituciones representadas por el Consejo de Ministros, y es liderada por el SEREMI de Agricultura, llevando el funcionamiento del Consejo, a un nivel regional.

La CRR realiza reuniones periódicas en las oficinas de la SEREMI de Agricultura, y participan las siguientes instituciones:

- SEREMI de Agricultura de la Región de Antofagasta.
- Comisión Nacional de Riego Regional (CNR).
- Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP).
- Servicio Agrícola Ganadero (SAG).
- Corporación Nacional Forestal (CONAF).
- SEREMI de Obras Públicas.
- Dirección de Obras Hidráulicas (DOH).
- Dirección General de Aguas (DGA).
- SEREMI de Desarrollo Social.
- Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).
- SEREMI de Economía.

La CRR realiza reuniones periódicas, donde se acuerdan los trabajos que se realizarán en conjunto, se comparte la información relacionada con sus objetivos, se plantean las inquietudes relacionadas con las distintas iniciativas.

En la CRR se da cuenta de los avances de los distintos estudios y proyectos de riego, como “la inauguración del proyecto Tranque para riego Talabre, que fue posible mediante crédito Ley N°18.450 del Banco Estado, puesto en práctica por primera vez en la Región, y con el apoyo de CONADI para el aporte propio”. (CRR, 2015).

En la CRR, las distintas entidades entregan información sobre el financiamiento público para el riego, por ejemplo, bonos de emergencia agrícola y proyectos para apoyar agricultores. Los servicios solicitan también la gestión de financiamiento público para proyectos.

Entre los temas abordados por la CRR, se discuten los concursos de la Ley 18.450. Para el año 2015 se destinaron 460 millones de pesos para la Región de Antofagasta, divididos en tres concursos:

- Zona Extrema I (180 millones de pesos).
- Zona Extrema II (180 millones de pesos).
- Calidad de Aguas (100 millones de pesos).

En el caso de que existieran excedentes de concursos de otras regiones (Arica, Tarapacá y Magallanes) se podrían utilizar para aumentar los fondos disponibles para postular en la región.

Para el Plan de Riego, la CRR acordó que los SEREMI de Agricultura y Desarrollo Social, junto a CONADI, trabajarían en una difusión temprana con las comunidades de regantes previamente a la licitación del estudio. Este acuerdo ejemplifica por una parte la coordinación de las instituciones y por otra el énfasis que tiene la participación ciudadana en la gestión institucional del riego en la región.

3.9.4.4 Instituto de Desarrollo Agropecuario INDAP

El INDAP trabaja con programas de fomento productivo y programas de asistencia financiera. El principal instrumento de INDAP es el programa de riego campesino, que involucra el programa de riego intrapredial (individual) (PRI), en el cual la institución ha puesto más de 398 millones de pesos (2015). El programa de riego asociativo favorece a asociaciones y grupos de agua, permitiendo la conformación de grupos más pequeños de beneficiarios.

El INDAP desarrolla además los programas PRODESAL y PDTI, que atienden a usuarios más pequeños, actúan bajo convenio con los municipios o con otras instituciones aprobadas por INDAP. El PRODESAL está presente en Taltal, hay dos unidades en San Pedro de Atacama y una unidad en Calama. En el territorio está también presente el Programa de Desarrollo Territorial Indígena, PDTI, que actúa orientado a pueblos originarios.

En la región, el INDAP ha realizado principalmente obras de canales, a través del Programa de Riego Campesino. Muchas de las obras ejecutadas por INDAP han sido de conducción de aguas desde vertientes desde el sector cordillerano hacia los lugares donde los usuarios cultivan. Esta conducción ha sido principalmente a través de bocatomas con entubación y canalización. En otros sectores se ha impulsado proyectos de acumulación de aguas, además de riego tecnificado en las zonas de Taltal y Atacama La Grande, en el sector de Toconao.

Durante el año 2015, INDAP a través de sus instrumentos de fomento productivo como el Programa de Desarrollo de Inversiones (PDI), y el Programa de Riego Intrapredial (PRI) ha impulsado el uso de energías renovables no convencionales (ERNC), financiando la instalación de sistemas fotovoltaicos para la mejora de los sistemas de riego en frutales.

El Programa de Riego Intrapredial apoyó 19 proyectos de riego tecnificado en la región, de los que doce de ellos se localizaron en la comuna de Taltal. Los proyectos se denominaron “Riego Tecnificado en Frutales con uso de Energía Fotovoltaica” y contaron con recursos por montos de aproximadamente 100 millones de pesos. Los otros beneficiarios se localizaron en la comuna de Antofagasta y los proyectos se denominaron “Recirculación de Agua para Cultivos Hidropónicos”, comprometiendo recursos por montos de aproximadamente 60 millones de pesos.

Por su parte, el Programa de Desarrollo de Inversiones, en la comuna de Antofagasta financió dos proyectos denominados “Infraestructura y/o Equipamiento Sistema Hidropónico” los recursos comprometidos fueron de un monto aproximado de 6 millones de pesos.

En la región, INDAP trabaja en los territorios de Taltal, Antofagasta, Alto El Loa, Calama, San Pedro de Atacama. El 90% de obras desarrolladas y financiadas por INDAP son canales intraprediales, por lo que se ha tenido que impulsar la capacitación de sus profesionales desde el punto de vista de construcción y diseño de obras.

En la zona de Taltal, los agricultores cuentan con la asesoría técnica del PRODESAL (en convenio con la Municipalidad de Taltal). En Antofagasta INDAP apoya a los agricultores junto a CORFO y SERCOTEC. En Calama participa con su programa de riego, el que recientemente ha invertido 88 millones de pesos en Likan Tatay.

INDAP es la institución con más presencia en el territorio de Ollagüe, Caspana, Toconce, Ayquina - Turi, Paniri y Taira, donde una nueva alianza estratégica con PRO LOA a través de PDTI beneficia a 273 agricultores. También en la zona de Chiu Chiu el fomento al riego es entregado principalmente por los programas de riego de INDAP. Además de infraestructura, la zona ha sido

beneficiada por iniciativas de técnicas de capacitación para mejorar el desarrollo agrícola, desarrolladas en conjunto con FIA y MINAGRI.

En la región sólo Tocopilla y Quillagua no están abarcados por INDAP, por conflictos con documentos de tierra. La gente habita más bien en áreas urbanas, y el Plan Regulador no permite la intervención de INDAP. En Quillagua, luego de la intervención de la minería, no se ha podido concretar un apoyo porque ya casi no hay agricultores.

El programa de riego asociativo este año 2015, ha puesto en el territorio más de 195 millones de pesos, que principalmente comprendieron obras de canal y muros de contención. A pesar del monto, quedaron proyectos aprobados sin financiamiento, ya que no llegaron fondos por las emergencias ocurridas durante el año.

3.9.4.5 Programa de Desarrollo Local PRODESAL (Municipios e INDAP)

El PRODESAL es un programa de INDAP ejecutado preferentemente a través de las municipalidades a las que INDAP transfiere recursos por medio de un convenio de colaboración, los que se complementan con los recursos que aportan dichas entidades ejecutoras.

Estos recursos se destinan a la contratación de equipos técnicos que asesoran permanente a los usuarios del Programa, que se organizan en Unidades Operativas Comunales, que es una agrupación según sus intereses, vocación productiva, identidad, interrelaciones sociales y productivas/comerciales, entre otros, conformada por un número variable de Grupos organizados por afinidad de su actividad productiva y/o según territorio o localidad. Esta agrupación, junto con compartir una cierta vecindad geográfica y similitud en cuanto a estrategias de desarrollo, sirve además como espacio de participación, coordinación y diálogo entre los usuarios, en la perspectiva de ampliar el capital social y económico de los territorios. (INDAP, 2015).

A pesar de los beneficios del trabajo en el territorio, se detecta una dificultad para los funcionarios PRODESAL, ya que responden a dos jefaturas, por una parte, INDAP y por otra la alcaldía. Esto genera algún nivel de conflicto en el momento de la gestión, ya que hay ocasiones en que los lineamientos pueden resultar contradictorios. Debido a que los alcaldes son elegidos por voto popular, hay ocasiones en que los funcionarios de INDAP reciben presiones para apoyar a ciertos usuarios.

3.9.4.6 Programa de Desarrollo Territorial Indígena PDTI

El PDTI es un programa de INDAP ejecutado preferentemente a través de las municipalidades a las que INDAP transfiere recursos por medio de un contrato de prestación de servicios. Estos recursos deben destinarse a la contratación de un Equipo Técnico que entregue asesoría técnica permanente a los agricultores del Programa, los cuales se organizan en Unidades Operativas entre 60 y 180 personas. Adicionalmente, INDAP dispone recursos para inversión y capital de trabajo.

Los equipos técnicos realizan un diagnóstico de cada agricultor, en base a los cuáles elaboran un plan de trabajo. Está dirigido a las familias indígenas, pertenecientes a comunidades, asociaciones o grupos de hecho, la que deberá contar con al menos un integrante que califique como beneficiario de INDAP, el cual actuará como su representante en el Programa.

En el territorio, los PDTI realizan asesoría permanente a los agricultores y los apoyan en la postulación a distintos proyectos de fomento al riego.

3.9.4.7 Corporación Nacional de Desarrollo Indígena CONADI

La CONADI trabaja en la región otorgando financiamiento mediante tiene el concurso de obras de riego para las comunidades e individuales indígenas que por lo general aborda el revestimiento de los canales; y mediante el Fondo de Tierras y Aguas, el que ha permitido desarrollar instrumentos asociados a la compra, constitución y regularización de tierras y aguas.

Desde el 2014, se han presentado proyectos de riego tecnificado, que han complementado proyectos de INDAP y otros servicios públicos. CONADI ha complementado proyectos con la CNR en Socaire y Talabre, para construir las obras de CNR. De esa manera, la CONADI complementa el financiamiento requerido para obras pequeñas.

Los proyectos de riego son entregados a los beneficiarios y se trabajan con mano de obra local. Las mismas comunidades o a quien se le entregue el beneficio, son quienes determinan cómo se va a construir, la contratación de mano de obra y el modo en que realizarán las obras. La DOH certifica los canales en un trabajo coordinado con CONADI, va a terreno, realiza observaciones, las personas tienen que hacer los arreglos pertinentes y una vez que la DOH comprueba que las observaciones fueron atendidas se certifican las obras.

La CONADI ha detectado que los postulantes son sólo un porcentaje de los agricultores que solicitan ayudas para diversos proyectos. La solución que se ha propuesto es hacer un catastro en terreno para detectar si es necesario seguir con las canalizaciones y también levantar la información de las personas que no han postulado nunca por la falta de documentación. En las comunidades indígenas, hay muchas personas que no tienen sus títulos de dominio porque no los han regularizado, porque no han hecho sus trámites de posesión efectiva. En estos casos la CONADI acepta que comunidad certifique a las personas han vivido por más de 5 años, con el fin de facilitar el acceso a los beneficios.

A pesar de la mayoría de los proyectos se relaciona con obras de canalización, también hay otros de usuarios que están cambiando los métodos de riego. El año 2014, se hicieron aproximadamente 10 proyectos de automatización de riego en Toconao para el cultivo de vides.

3.9.4.8 Dirección General de Aguas DGA

La DGA tiene como objetivo promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente; y proporcionar y difundir la información generada por su red hidrométrica y la contenida en el Catastro Público de Aguas (CPA), con el objetivo de contribuir a la competitividad del país y mejorar la calidad de vida de las personas. También es responsable de la vigilancia y policía en cauces naturales de uso público.

En la región se han tramitado desde el año 1981 aproximadamente ciento veinte (120) regularizaciones de derechos de agua. La mayoría están a nombre de comunidades indígenas. En el caso de la CNR donde se necesita acreditar la propiedad de los derechos de agua para acceder a bonos, la DGA para favorecer a las comunidades inscribe de oficio los derechos regularizados por los Tribunales de Justicia.

En virtud de la ley indígena, las comunidades tienen una personalidad jurídica, se organizan y constituyen sus propios estatutos. La CONADI los registra como comunidad con personalidad jurídica y también les entrega fondos, por ejemplo, licita para que una consultora les tramite la regularización de ciertos derechos de agua. INDAP también tiene fondos para estos efectos, el Bono Legal de Agua, entonces así ellos pueden tramitar cualquier solicitud que tenga que ver con perfeccionamiento de derechos, regularizaciones o permisos que concede la DGA, ya sea a través de la CONADI mediante el Bono de Tierras y Aguas o de INDAP con el Bono Legal de Agua.

La DGA no tiene abogados especialistas en la región. En los temas que les afectan más a las comunidades, en especial lo relacionado con las regularizaciones, la DGA ha realizado talleres participativos a las comunidades. En terreno la DGA controla los aforos y fiscaliza las extracciones, para evitar la extracción ilegal de agua.

3.9.4.9 Dirección de Obras Hidráulicas DOH

La DOH tiene como misión el proveer de servicios de infraestructura hidráulica que permitan el óptimo aprovechamiento del agua y la protección del territorio y de las personas, mediante un equipo de trabajo competente, con eficiencia en el uso de los recursos y la participación de la ciudadanía en las distintas etapas de los proyectos, para contribuir al desarrollo sustentable del país. Además, la DOH fiscaliza las obras de riego de la Ley N°18.450.

En la Región de Antofagasta ha implementado iniciativas relacionadas preferentemente con la conservación y reparación de obras fiscales de riego, obras de limpieza y desembanque de tranques, obras de emergencia y protección de cauce y habilitación de canales y bocatomas por emergencia, entre otros.

3.9.4.10 Ministerio de Desarrollo Social MIDESO

La misión del MIDESO es contribuir en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia de desarrollo social, especialmente aquellas destinadas a erradicar la pobreza y brindar protección social a las personas o grupos vulnerables, promoviendo la movilidad e integración social. En la región, el MIDESO aporta con financiamiento para proyectos que apoyan el riego. Por ejemplo, el estudio de cuencas del río Salado y Loa, del que es contraparte la CNR.

Mediante un comité se decide si se realiza una sola iniciativa o se realizan numerosas iniciativas de menor costo.

3.9.4.11 Corporación del Desarrollo Social del Sector Rural CODESSER

CODESSER es el agente intermediario de la CORFO en la región y actualmente está aportando recursos importantes para riego. Como parte de la gestión del encargado regional de CNR, el Programa de Inversión en Riego de CORFO invirtió durante el 2015 más de veinte millones de pesos, lo que permitió llevar consultores a la región y bonificar proyectos de acumulación y microgeneración.

Durante el 2016 los fondos se incrementaron. Sin embargo, la dificultad de estos aportes es que la corporación aporta con el 70% del financiamiento para el proyecto y el 30% lo debe aportar el beneficiario del mismo, lo que es una limitante en las comunidades.

3.9.4.12 Gobierno Regional GORE

Dentro de los objetivos del Plan de Gobierno Regional (GORE, 2015) se encuentra el desarrollo productivo sostenible, y como uno de los ámbitos a desarrollar está la gestión eficiente del recurso hídrico.

El GORE destina fondos a partir del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) y también del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC). A estos fondos pueden postular proyectos de fortalecimiento de capital humano avanzado, turismo, minería y también agropecuarios, entre otros.

Además, la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) del MINAGRI, junto al Gobierno Regional de Antofagasta, a través del Fondo de Innovación para la Competitividad Regional, FIC-R, abrió una Convocatoria de Proyectos de Innovación para iniciativas que se desarrollen en la Región de Antofagasta, en las áreas agrícola, pecuaria y agroalimentaria, y que aborden una de las cinco líneas de trabajo específicas definidas para la región.

Algunos proyectos de riego financiados por el GORE beneficiaron a familias loinas y a la Comunidad Indígena de Socaire, con plantas de tratamiento de agua para abatir el boro y otros elementos.

3.9.4.13 El Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial PIRDT

El PIRDT depende de la Subsecretaría de Desarrollo Regional, del Ministerio del Interior y tiene como objetivo fomentar el desarrollo productivo de comunidades rurales, permitiendo su acceso a servicios de infraestructura de agua, saneamiento, vialidad, obras portuarias, electrificación y telecomunicaciones. A nivel regional actúa como la secretaría técnica de la SUBDERE para las actividades del Programa y debe proveer asistencia técnica a las entidades regionales. Para los profesionales del PIRDT en la región el principal problema es la escasez hídrica. Por ejemplo, en Taltal los agricultores deben transportar el agua en camiones aljibe o en sus propias camionetas a los sectores agrícolas. En la región el PIRDT ha desarrollado proyectos para financiar las Asociaciones de Agua Potable Rural de Socaire, de Río Grande, de Quebrada de Taltal y de Camar.

3.9.4.14 Servicio Agrícola Ganadero SAG

Es el organismo encargado de apoyar el desarrollo de la agricultura, los bosques y la ganadería, a través de la protección y mejoramiento de la salud de los animales y vegetales. Dentro de este amplio objetivo, el SAG fiscaliza desde hace diez años proyectos de la Ley N°18.450 y realiza acciones para conservar y mejorar los recursos naturales renovables, que afectan la producción agrícola, ganadera y forestal.

3.9.4.15 *Corporación Nacional Forestal CONAF*

La CONAF tiene el objetivo de contribuir a la conservación, incremento manejo y aprovechamiento de los recursos forestales del país, mediante las funciones de fomento, fiscalización de la legislación forestal-ambiental y la protección de los recursos vegetacionales, así como a la conservación de la diversidad biológica a través del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas, en beneficio de la sociedad (CONAF, 2015). La CONAF se relaciona directamente con los agricultores a través de la donación de árboles y el apoyo a proyectos de cercos vivos.

3.9.4.16 *Conclusiones*

En la Región de Antofagasta la gestión institucional de riego es desarrollada principalmente por la CNR, la SEREMI de Agricultura, el INDAP y la CONADI. La CNR se coordina con el INDAP y la CONADI para tener presencia institucional en el territorio e impulsar la postulación a proyectos de riego. La SEREMI le entrega respaldo político y apoyo logístico, además de que gestiona recursos para el riego a nivel regional. El INDAP y la CONADI son las instituciones con mayor presencia territorial. Por una parte, el INDAP es la institución que cuenta con más recursos para proyectos de riego, y por otra, la CONADI tiene una presencia relevante debido a las características de la población. Todas estas instituciones trabajan con un fuerte enfoque hacia la participación ciudadana, con presencia permanente en el territorio, con énfasis en la comunicación con los pueblos indígenas. La gestión de estas instituciones es fiscalizada por el Gobierno Regional de Antofagasta, a través del Consejo Regional.

3.9.5 Evaluación de Políticas, Programas y Proyectos Implementados en la Región

En el presente apartado se describen las principales políticas, programas y proyectos realizados en el territorio, con el objetivo de identificar las brechas, oportunidades y debilidades que aún quedan por subsanar y la fortaleza y el impacto que la gestión pueda generar en el territorio.

De todas las instituciones vinculadas con el riego en el territorio, las que influyen directamente en la ejecución de iniciativas son 4: DOH, CNR, CONADI e INDAP. A continuación, se describen los principales resultados de iniciativas, obtenidos mediante solicitud de información o las páginas web oficiales de los servicios. Los resultados de la aplicación de la Ley de Riego se detallan más adelante.

3.9.5.1 *Proyectos Realizados por DOH*

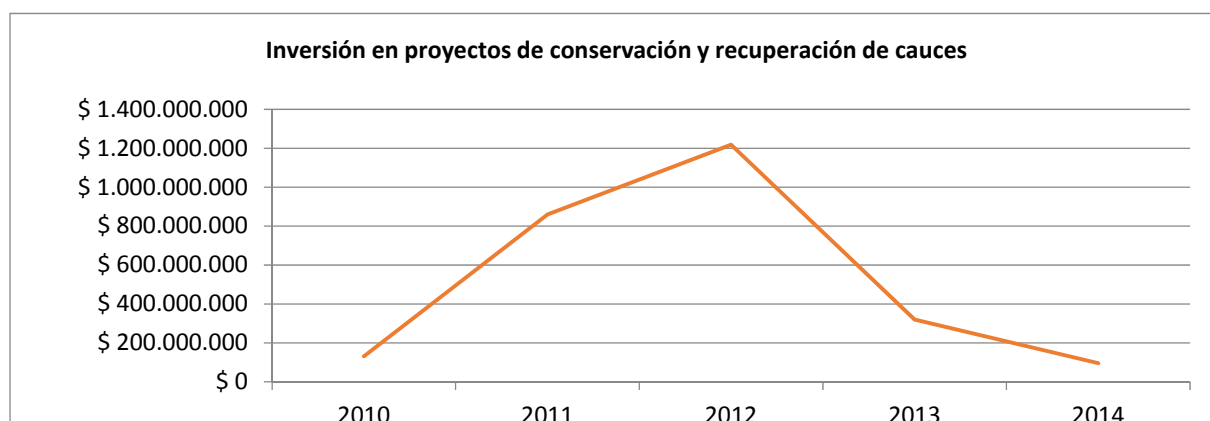
De acuerdo a la información proporcionada por DOH, las principales obras realizadas están descritas como conservación y reparación de obras fiscales de riego, tanto en la comuna de Calama como San Pedro de Atacama. En la tabla siguiente se presenta información de la inversión realizada por la DOH en proyectos de conservación y reparación de obras de riego y obras de emergencia.

Tabla 3-124 Proyectos ejecutados por DOH en la Región de Antofagasta

Año	Tipo de proyecto	Comuna	Monto pagado (\$)
2010	Conservación y reparación de obras fiscales de riego	Calama	64.547.142
		Calama	66.368.139
2011	Conservación y reparación de obras fiscales de riego	Chiu-Chiu	117.967.636
		Calama	142.426.968
		Calama	316.086.808
		Calama	283.170.448
2012	Conservación y reparación de obras fiscales de riego	Quillagua	69.957.719
		San Pedro de Atacama	88.210.749
		San Pedro de Atacama	698.186.500
		Calama	117.564.322
		San Pedro de Atacama	78.452.408
		San Pedro de Atacama	165.833.620
2013	Conservación y reparación de obras fiscales de riego	Calama	219.470.225
		San Pedro de Atacama	99.906.586
	Obras de emergencia limpieza y desembanque	Toconao	128.615.200
	Obras de emergencias, construcción y mejoramiento protección de cauce	San Pedro de Atacama	192.145.021
2014	Conservación y reparación de obras fiscales de riego	Calama	49.886.395
		Calama	45.665.882
	Mejoramiento protección del Cauce	Rio Grande	119.316.064
	Obras de emergencias, construcción y mejoramiento protección de cauce	San Pedro de Atacama	184.492.863
	Habilitación de canales y bocatomas por emergencia	Rio Grande	70.601.308
		Total Región	469.962.512

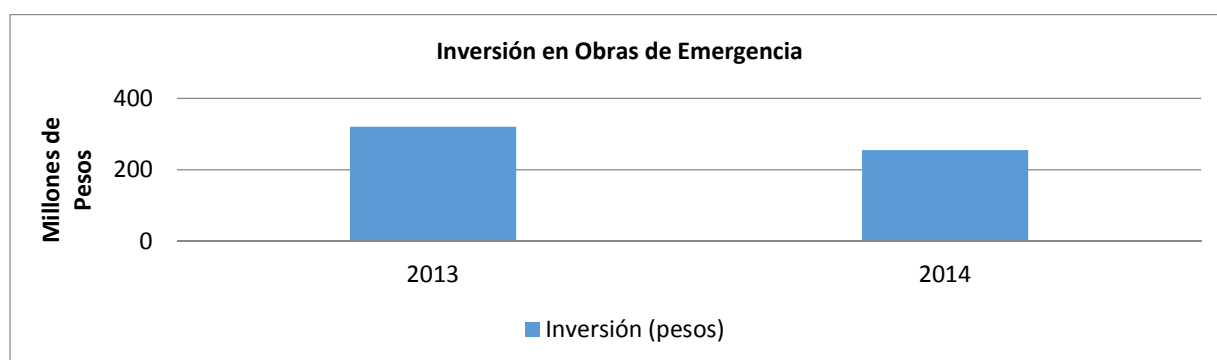
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-89 Inversión en proyectos de conservación y recuperación de cauces 2010-2014



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-90 Inversión en obras de emergencia años 2013-2014



Fuente: Elaboración propia.

En las figuras anteriores se aprecia una clara disminución en las inversiones, de ambos tipos de proyectos, entre los años 2013-2014.

3.9.5.2 Proyectos Ejecutados por INDAP

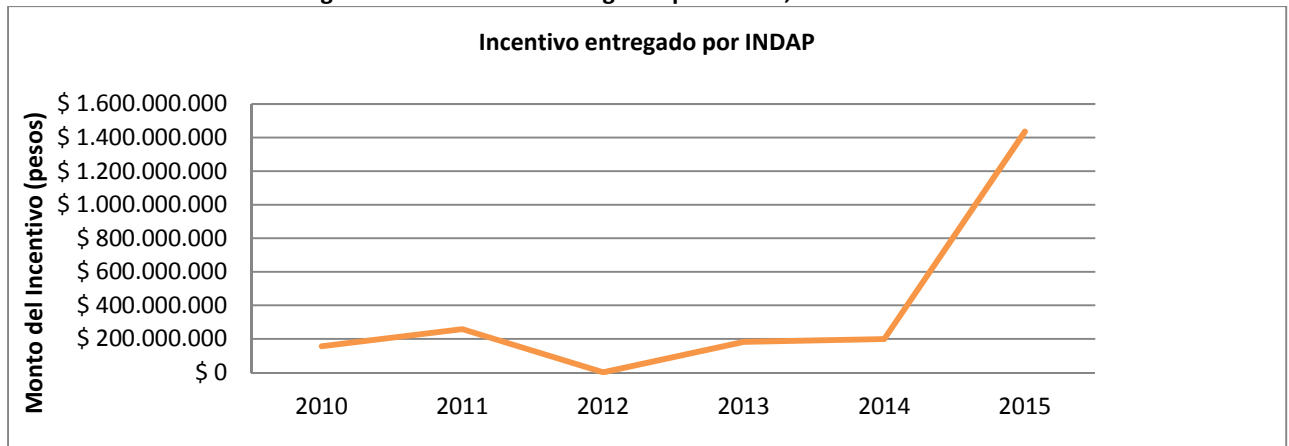
El Instituto de Desarrollo Agropecuario es una de las instituciones que posee mayor presencia en la región, lo que se deriva de la implementación de sus programas de fomento al riego. En la tabla siguiente se presentan los incentivos entregados por INDAP, por año y comuna, en proyectos de riego.

Tabla 3-125 Incentivo entregado por INDAP, 2010 a 2015

Año	Comuna	Monto entregado (\$)
2010	Calama	123.401.777
	San Pedro de Atacama	33.196.765
	Total Región	156.598.542
2011	Calama	148.528.093
	San Pedro de Atacama	105.847.791
	Taltal	3.935.625
	Total Región	258.311.509
2012	Calama	457.814
	San Pedro de Atacama	523.218
	Total Región	981.032
2013	Calama	94.582.410
	San Pedro de Atacama	87.618.060
	Total Región	182.200.470
2014	Calama	146.464.551
	San Pedro de Atacama	52.054.313
	Total Región	198.518.864
2015	Calama	821.169.640
	San Pedro de Atacama	470.500.167
	Ollagüe	43.183.682
	Antofagasta	55.157.705
	Taltal	46.129.363
	Total Región	1.436.140.557

Fuente: Elaboración propia a partir de INDAP, 2016.

Figura 3-91 Incentivos entregados por INDAP, 2010 a 2015



Fuente: Elaboración propia a partir de INDAP, 2016.

En este punto conviene aclarar que las cifras presentadas (entregadas por INDAP) no especifican el proyecto por el cual se entrega el beneficio, solo se expresa como un beneficio para riego.

3.9.5.3 Obras de Riego Financiadas por CONADI (2006-2012)

Desde el año 2006 se vienen realizando proyectos de riego y drenaje para familias que habitan en las áreas de desarrollo indígena. En los datos de la tabla siguiente se aprecia un incremento paulatino en cuanto a números de proyectos financiados por la CONADI y el subsidio otorgado a las familias. En el año 2006 y 2007 se financiaron únicamente 14 y 12, respectivamente, entre las dos Áreas de Desarrollo Indígena, mayoritariamente en Calama y San Pedro de Atacama, aunque con 1 actuación en Ollagüe. El monto resultó ser de \$120.000.000 en 2006, repartido en 257 familias, y de \$ 146.560.000 en 2007, repartido en 185 familias.

En el año 2008, se realizan 16 proyectos, mayoritariamente en Calama y San Pedro de Atacama, aunque se realiza una actuación en la comuna de María Elena y en Tocopilla. El montante de subsidio aumentó a \$ 195.000.000 para ayudar a 149 familias indígenas.

En el año 2009, se ejecutaron 24 proyectos para 193 familias en las comunas de San Pedro de Atacama y de Calama con un subsidio total que ascendió a \$ 199.754.582.

En 2010, se llevaron a cabo 39 proyectos entre Calama y San Pedro de Atacama. El montante del subsidio aumentó a \$ 194.099.355 repartidas en 101 familias. En el año 2011, se realizaron 44 proyectos para 99 familias en las comunas de Calama y de San Pedro de Atacama, ascendiendo el monto del subsidio a \$ 216.849.334.

Finalmente, en 2012 se ejecutan 64 proyectos para 151 familias de Calama, San Pedro de Atacama y 19 de Ollagüe. La inversión ascendió a \$ 307.677.808.

Tabla 3-126 Resumen de proyectos financiados por CONADI, 2006 a 2012

AÑO	Comuna	Nº proyectos	Nº de familias	Monto subsidio MM\$	Superficie puesta bajo riego (ha)
2006	Calama	7	81	56.131.273	145,09
2006	Ollague	1	18	5.660.000	8
2006	San Pedro de Atacama	6	158	58.208.727	79,09
2007	Calama	8	118	85.647.527	100,13
2007	San Pedro de Atacama	4	67	60.912.473	50,4
2008	Calama	9	77	73.625.088	114,9
2008	María Elena	1	10	17.933.416	1
2008	San Pedro de Atacama	5	79	78.441.496	111
2008	Tocopilla	1	70	25.000.000	2
2009	Calama	14	83	99.989.463	97,86
2009	San Pedro de Atacama	10	110	99765119	131,68
2010	San Pedro de Atacama	15	74	86032050	497
2010	Calama	24	27	108.067.305	41
2011	San Pedro De Atacama	13	26	65570064	70
2011	Calama	31	73	151.279.270	42,95
2012	Ollagüe	1	19	19.999.995	-
2012	San Pedro de Atacama	23	48	101.831.827	-
2012	Calama	40	84	185.845.986	-

Fuente: CONADI, 2013.

3.9.5.4 Iniciativas Ejecutadas por CNR

Los proyectos y estudios realizados por la CNR en la región han sido obtenidos mediante el servicio de consulta del Banco Integrado de Proyectos, del MIDESO. A partir de dicha fuente de información, se ha considerado exclusivamente los estudios, proyectos y programas desarrollados en materia de riegos de forma oficial. La información se ha organizado en una tabla en la cual se organizan los siguientes antecedentes:

- El año de postulación, en el cual se inició el proceso.
- La institución responsable de desarrollar el proyecto.
- La tipología del estudio/proyecto.
- El estado/fase en el que se encuentra dicho proyecto.
- El coste total del proyecto, según la última modificación registrada.
- El año en que se registró esta última modificación.
- La provincia en que se está desarrollando/se ha desarrollado cada proyecto.
- Una breve descripción de cada estudio/proyecto.
- La comuna en que se está desarrollando/se ha desarrollado cada proyecto.

Tabla 3-127 Proyectos, estudios y programas ejecutados por CNR

Código BIP	Nombre iniciativa	Tipología	Estado	Costo (\$M)	Comuna	Descripción
30104013-0	Construcción para embalse Río San Pedro, Comuna de San Pedro	Proyecto	Prefactibilidad	\$ 629.403	San Pedro de Atacama	Definición de alternativas de mejoramiento del riego, en la zona de San Pedro, que considere: una obra de embalse para riego, el mejoramiento y/o diseño de las redes de conducción y distribución que permitan transportar el agua del embalse. Además, que la alternativa genere regulación de las crecidas, pudiéndose aprovechar los recursos de estas aguas lluvias para los sectores agrícolas, aumentando así la superficie de riego, potenciando la agricultura de la comuna y evitando los daños producidos por las crecidas. Asimismo se espera un análisis del potencial de generación hidroeléctrica que pudiera obtenerse de este embalse.
30089680-0	Construcción Obras de Control de Crecidas, en el Río San Pedro	Proyecto	Perfil	\$ 573.678	San Pedro de Atacama	El río San Pedro pertenece a la hoya del mismo nombre, es una de las fuentes de agua más importante de la comuna de San Pedro de Atacama, sus aguas son usadas para la agricultura de varios poblados, entre otros río grande, san Bartolo y San Pedro de Atacama. El objetivo de esta etapa es realizar a nivel de prefactibilidad los estudios técnicos, ambientales y económicos de alternativas de solución para mitigar los efectos de inundaciones producto de las crecidas del río San Pedro, con el objeto de determinar la solución más conveniente para la cuenca. entre las alternativas a estudiar se encuentran generar un embalse de regulación, obras de defensas fluviales y de encauzamiento.
20179912-0	Aplicación Tecnol. en Riego al Sistema Productivo de San Pedro Atacama	Programa	Ejecución	\$ 119.965	-	Establecimiento de un sistema de demostración y transferencia tecnológica por medio de una parcela y módulos demostrativos en los predios de los agricultores, con el objeto de evaluar las propuestas de alternativas productivas silvoagropecuarias más promisorias entre los productores de la localidad, para lo cual la validación será dirigida hacia el uso apropiado de los métodos de riego tradicionales y el uso de sistemas tecnificados, mantención de equipos de riego

Código BIP	Nombre iniciativa	Tipología	Estado	Costo (\$M)	Comuna	Descripción
						y fertirrigación, control de plagas y enfermedades, mejoramiento del ganado, agroforestería y prácticas ambientales referidas al manejo de aguas altamente salinas y contaminadas naturalmente por elementos como boro y arsénico. para lograr los fines propuestos. Además de las unidades demostrativas, se considera realizar cursos de capacitación, editar material de difusión, y una metodología de trabajo participativa con los propios regantes y el resto de los servicios de la región.
20144667-0	Diagnóstico Integral de Riego de la Cuenca río Loa, Salar Atacama	Estudio Básico	Perfil	\$ 280.450	-	Formulación de un programa de desarrollo basado en el regadío para lo cual se requerirá prospección, caracterización y evaluación de los recursos naturales disponibles de la superficie regable de las cuencas complementarias del río Loa y del Salar de Atacama y su evaluación técnica y socioeconómica, considerando las posibilidades ambientales y su impacto sobre el entorno natural y humano.
20082681-15	Transferencia Tec.Riego/Valid.Promm Área San Pedro Atacama II Reg.	Programa	Terminado	\$ 155.905	-	Establecimiento de un modelo de transferencia de tecnología de riego, introducción de técnicas de fertirrigación y riego localizado en cultivos hortícolas y frutícolas intensivos y sistemas de cultivo que optimicen la potencialidad productiva de los recursos base (suelo y agua) y de la mano de obra, energía e insumos.

Fuente: BIP, 2015.

3.9.6 Diagnóstico del Nivel Tecnológico Aplicado en Cultivos de Riego y Necesidades de Investigación e Innovación

En este apartado se presentan los resultados del análisis para determinar las necesidades de riego en cada una de las zonas de estudio, enfocadas principalmente en las comunas de Antofagasta, Taltal, Calama y San Pedro de Atacama.

3.9.6.1 Necesidades de Riego

Para el cálculo de dichas necesidades ha sido necesario conocer una serie de datos, como los niveles de evapotranspiración media de las diferentes zonas o los coeficientes de cultivo que se desarrollan.

La demanda de recursos hídricos para uso agrícola, ha sido evaluada en base a la información de superficie cultivada catastrada durante el Censo Agropecuario y Forestal de 2007, incluyendo antecedentes de otros estudios.

Se debe considerar que la información del Censo trabaja como unidad de análisis, a comunas y distritos censales, aun cuando los antecedentes de demanda y disponibilidad debieran evaluarse, en cuanto a cuencas hidrográficas. En este caso, las cuencas principales son la cuenca del río Loa y la cuenca del Salar de Atacama, aunque también se ha catastrado superficie cultivada en porciones muy pequeñas en otras cuencas de la región.

Los antecedentes anteriormente planteados, se relacionan con la dificultad de homogeneizar los términos de sectores de riego utilizados por la CNR, con la información de cultivos por comuna y con los antecedentes de disponibilidad hídrica que se evalúan respecto a las cuencas o subcuencas hidrográficas.

Para completar el cálculo de la demanda es necesario considerar los siguientes parámetros:

a) Precipitación efectiva (ppf): expresada en mm, de acuerdo a las precipitaciones medias mensuales (Pp) entregadas por el Atlas Bioclimático de Chile (2012), utilizando la fórmula Blaney y Criddle, modificada por H. Merlet y F. Santibáñez:

$$-0.0022Pp^2 + 1.0903Pp$$

La precipitación efectiva incluida en el cálculo de la demanda se encuentra a continuación:

Tabla 3-128 Precipitación efectiva Región de Antofagasta

Comuna	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	TOTAL
Antofagasta	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00
Taltal	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00
Calama	0,00	2,00	5,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	12,00
San Pedro de Atacama	0,00	3,00	6,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	14,00

Fuente: Santibáñez, 2012.

b) Evapotranspiración potencial (ET_0) del área, expresada en mm/mes. Se han utilizado los valores mensuales ya calculados en el Atlas Bioclimático de Chile (2012). Se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 3-129 Valores de evapotranspiración potencial para las comunas en estudio

Comuna	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	TOTAL
Antofagasta	54,60	49,30	47,40	49,00	54,00	61,40	69,50	75,50	76,50	75,70	70,20	62,20	745,30
Taltal	67,05	61,70	59,75	61,40	66,40	73,80	81,80	87,55	88,45	87,75	82,45	74,60	892,70
Calama	66,52	59,84	57,40	59,38	65,62	75,28	86,28	94,94	97,44	95,38	87,36	76,44	921,88
San Pedro de Atacama	67,58	60,18	57,48	59,65	66,55	77,40	89,93	100,03	103,08	100,60	91,20	78,73	952,38

Fuente: Santibáñez, 2012.

c) Evapotranspiración mensual actual o real (E_{ta}) de cada cultivo, expresada en mm/mes, mediante la relación:

$$E_{ta} = K_c * ET_0$$

d) Demanda neta, mediante la relación:

$$D_n = E_{ta} - ppf$$

e) Eficiencias de riego promedio, basadas en la Ley de Fomento a la inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje, Ley N°18.450, utilizando los sistemas de riego entregados por el Censo Agropecuario del año 2007.

Tabla 3-130 Sistemas de riego utilizados en la región

Riego gravitacional			Mecánico mayor		Microriego	
Tendido	Surco	Otro Tradicional	Aspersión tradicional	Carrete o pivote	Goteo y cinta	Microaspersión y microjet
0,3	0,45	0,5	0,75	0,75	0,9	0,9

Fuente: INE, 2007.

Tabla 3-131 Eficiencia de riego por sistema

Comuna	Riego Gravitacional (%)			Mecánico Mayor (%)		Microriego (%)		Total	Ef prom
	Tendido	Surco	Otro tradicional	Aspersión tradicional	Carrete o pivote	Goteo y cinta	Microaspersión y microjet		
Antofagasta	0,02	0,00	0,02	0,89	0,01	0,06	0,00	1,00	0,75
Mejillones	0,00	0,00	0,50	0,38	0,00	0,13	0,00	1,00	0,64
Sierra Gorda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,90
Taltal	0,00	0,00	0,14	0,10	0,00	0,76	0,00	1,00	0,83
Calama	0,90	0,02	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,32
Ollagüe	0,00	0,00	0,99	0,01	0,00	0,00	0,00	1,00	0,50
San Pedro de Atacama	0,98	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,30
María Elena	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,45

Fuente: INE, 2007.

f) Coeficiente de cultivo (Kc), expresado como valor absoluto, para cada cultivo tipificado y mes, basado en la publicación FAO N°56 y en el estudio de Ayala y Cabrera (2007).

Tabla 3-132 Coeficiente de cultivos (en valor absoluto)

Cultivo	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
Otras Chacras	0,20	0,20	0,30	0,40	0,40	0,70	0,70	0,80				
Otros cereales	0,45	0,83	1,20	1,20	0,84	0,48						
Cebada forrajera	0,40	0,82	0,99	1,15	1,15	1,15	0,75	0,33				
Papa	0,38	0,42	1,00	1,12	0,98	0,74						
Quínoa	0,40	0,80	1,05	1,10	0,90	0,60						
Trigo Candeal	0,64	0,65	0,83	1,06	1,11	1,11	1,04	0,64				
Trigo blanco	0,64	0,65	0,83	1,06	1,11	1,11	1,04	0,64				
Centeno (grano seco)	0,40	0,82	0,99	1,15	1,15	1,15	0,75	0,33				
Maíz (grano seco)	0,45	0,83	1,20	1,20	0,84	0,48						
Otras plantas medicinales permanentes cultivadas	0,35	0,75	1,15	1	0,75	0,35						
Otros industriales	0,35	0,75	1,15	1	0,75	0,35						
Acelga	0,35	0,85	0,90	0,85								
Ajo	0,70	0,80	0,85	0,95	1,00	1,00	0,85	0,75	0,70			
Albahaca	0,79	0,93	1,00	1,01	1,01	1,00	0,96	0,70				
Apio	0,79	0,93	1,00	1,01	1,01	1,00	0,96	0,70				
Betarraga	0,35	0,75	1,15	0,95								
Cebolla temprana	1,00	1,00	1,00	1,00							0,70	0,85
Choclo	0,45	0,80	1,15	1,15	1,05							
Cilantro	0,35	0,85	0,90	0,85								
Coliflor	0,27	0,32	0,40	0,65	0,94	0,95						
Espinaca	0,35	0,85	0,90	0,85								
Haba	0,70	0,79	0,93	0,70	0,79	0,93	1,00	1,00	0,96			
Huerta casera (hortaliza)	0,13	0,04	0,11	0,24	0,35	0,35	0,37	0,49	0,58	0,60	0,50	0,31
Lechuga	0,15	0,80	0,90	0,90	0,90							
Otras hortalizas	0,10	0,10	0,10	0,20	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,70	0,30	0,20
Perejil	0,35	0,85	0,90	0,85								
Rábano o Nabo	0,10	0,10	0,10	0,20	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,70	0,30	0,20
Tomate consumo fresco	0,68	0,92	1,15	1,15	0,98							
Zanahoria	0,40	0,75	0,80	1,00	1,00	0,70						
Zapallo temprano y de guarda	0,40	0,40	0,80	0,98	1,01	1,11	0,70					
Flores	0,20	0,20	0,10	0,10	0,30	0,60	0,70	0,90	0,90	0,90	0,80	0,60
Chirimoyo	1,10	1,03	0,95	0,85	0,75	0,65	0,50	0,75	0,87	0,95	1,00	1,06
Ciruelo japonés	0,58	0,72	0,86	0,98	0,98	0,70						
Damasco	0,55	0,65	0,75	0,90	0,90	0,80	0,75	0,65				
Higuera	0,405	0,405	0,405	0,405	0,405	0,405	0,435	0,435	0,435	0,435	0,435	0,405
Huerto casero (frutales)	0,20	0,20	0,10	0,10	0,30	0,60	0,70	0,90	0,90	0,90	0,80	0,60
Limonero	0,65	0,65	0,65	0,65	0,64	0,64	0,62	0,60	0,60	0,62	0,64	0,65
Manzano rojo	0,48	0,68	0,88	1,08	1,08	0,96	0,83					
Manzano verde	0,48	0,68	0,88	1,08	1,08	0,96	0,83					
Membrillo	0,48	0,68	0,88	1,08	1,08	0,96	0,83					

Cultivo	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
Naranja	0,65	0,65	0,65	0,65	0,64	0,64	0,62	0,60	0,60	0,62	0,64	0,65
Níspero	0,58	0,72	0,86	0,98	0,98	0,70						
Olivo	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,41
Otros frutales	0,20	0,20	0,10	0,10	0,30	0,60	0,70	0,90	0,90	0,90	0,80	0,60
Palto	0,75	0,75	0,60	0,60	0,60	0,65	0,75	0,85	0,85	0,85	0,82	0,78
Peral europeo	0,48	0,68	0,88	1,08	1,08	0,96	0,83					
Tuna	0,50	0,50	0,45	0,45	0,50	0,50	0,50	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Uva de mesa	0,30	0,48	0,65	0,85	0,85	0,75	0,65	0,45				
Tintas viníferas corrientes	0,30	0,55	0,80	1,05	1,05	0,95	0,85					
Blancas viníferas corrientes	0,30	0,55	0,80	1,05	1,05	0,95	0,85					
Blancas viníferas finas	0,30	0,55	0,80	1,05	1,05	0,95	0,85					
Plantas Forrajeras	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95

Fuente: CNR, 2007.

g) Tasas de riego (Tr), expresada en mm/mes, mediante la relación:

$$Tr = \frac{Dn}{(\text{Eficiencia riego})}$$

h) Demanda bruta de los cultivos, mediante la relación:

$$\text{Demanda bruta} = Tr * Sup$$

Dónde:

Sup (ha) = superficie regada del cultivo

Con los antecedentes anteriores se ha procedido a estimar las necesidades de riego para las 4 comunas en las que se aplica el Plan de Riego. Como se ha mencionado, la información de cultivos y superficie cultivada ha sido tomada en base a la información levantada por el Censo Agropecuario de 2007, ya que constituye la información integral, válida y homogénea para todas las áreas que comprende el estudio.

3.9.6.2 Cálculo de Necesidades Hídricas

La estimación de las necesidades hídricas para cada comuna dentro del estudio, se presenta en formato Excel en el Anexo 18 de este documento. A continuación, se presenta el resultado general obtenido por comuna y por tipo de cultivo. De acuerdo a la metodología indicada por la DGA, la superficie de cada cultivo se ajustó de acuerdo a la superficie total entregada por el Censo Agropecuario, que no coincidía con la suma de las superficies de los cultivos detalladas (DGA, 2012).

En base a los antecedentes expuestos, la demanda de recursos hídricos para el año 2007 en las comunas de mayor superficie de riego es la siguiente (no se ha considerado el uso de decimales, para facilitar la presentación de resultados en el documento):

a) Comuna de Antofagasta

En la comuna de Antofagasta, las necesidades hídricas se concentran entre los meses de junio hasta septiembre. Las menores necesidades están en los meses de marzo y abril, con una necesidad anual de más 81.300 m³/mes.

Tabla 3-133 Estimación de necesidades hídricas comuna de Antofagasta

Cultivo	Sup (ha)	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Otras Chacras	0	3	5	7	2	6	4	0	0	0	0	0	0	29
Acelga	3	805	1.766	1.755	1.713	0	0	0	0	0	0	0	0	6.039
Albahaca	1	426	452	458	478	538	606	658	521	0	0	0	0	4.138
Apio	1	339	361	365	381	429	483	525	416	0	0	0	0	3.299
Betarraga	0	23	44	64	55	0	0	0	0	0	0	0	0	186
Cebolla temprana	0	28	54	78	67	0	0	0	0	0	0	0	0	228
Cilantro	3	861	1.889	1.877	1.832	0	0	0	0	0	0	0	0	6.459
Espinaca	1	321	704	700	683	0	0	0	0	0	0	0	0	2.408
Huerta casera (hortaliza)	0	1	0	1	1	3	3	3	5	6	6	5	3	36
Lechuga	8	846	4.075	4.305	4.454	5.022	0	0	0	0	0	0	0	18.702
Otras hortalizas	2	134	121	92	216	530	753	1.023	1.297	1.501	1.300	517	305	7.789
Perejil	1	290	637	633	618	0	0	0	0	0	0	0	0	2.179
Rábano o Nabo	1	106	95	72	170	418	594	806	1.022	1.183	1.024	407	241	6.138
Flores	1	86	78	29	31	127	290	383	535	542	536	442	294	3.371
Huerto casero (frutal)	0	9	8	3	3	13	29	39	54	55	55	45	30	343
Olivo	4	1.156	1.044	951	985	1.143	1.300	1.580	1.717	1.739	1.721	1.596	1.317	16.248
Otros frutales	1	87	79	30	31	130	295	389	544	551	545	449	299	3.428
Plantas Forrajeras	0	21	19	18	18	21	23	26	29	29	29	27	24	282
TOTAL (m³/mes)		5.542	11.431	11.439	11.739	8.379	4.379	5.433	6.138	5.606	5.216	3.487	2.511	81.301
Tasa de Riego Ponderada (m ³ /ha/mes)		207	428	428	439	313	164	203	230	210	195	130	94	3.041
Total sup (ha)	27													

Fuente: ODEPA-INE, 2007.

En concordancia a lo anterior, las tasas de riego por ha son más altas en junio, julio y agosto. El cultivo que presenta mayor requerimiento en la comuna es la lechuga y los olivos.

b) Comuna de Calama

Para la comuna de Calama, las necesidades hídricas tienen una variabilidad menor a lo largo de los meses del año. Aunque hay periodos en los que la necesidad aumenta, en general la tasa de riego se mantiene en torno a los 1.400 m³/ha/mes. Las especies que presentan mayor demanda en esta comuna, son el maíz para grano, el choclo y la zanahoria.

Tabla 3-134 Estimación de las necesidades hídricas comuna de Calama

Cultivo	Sup (ha)	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Otros Cereales	3	2.902	4.621	6.193	2.109	5.343	3.503	0	0	0	0	0	0	24.670
Papa	1	847	775	1.756	2.162	2.155	1.867	0	0	0	0	0	0	9.562
Trigo Candeal	3	4.114	3.566	4.121	5.890	7.040	8.076	8.672	5.872	0	0	0	0	47.351
Maíz Grano	161	151.135	240.668	322.526	349.669	278.301	182.440	0	0	0	0	0	0	1.524.739
Otros industriales	0	93	171	243	229	196	105	0	0	0	0	0	0	1.038
Acelga	1	1.031	2.164	2.066	2.146	0	0	0	0	0	0	0	0	7.407
Ajo	3	4.718	4.648	4.437	5.513	6.649	7.628	7.431	7.215	0	0	0	0	48.241
Betarraga	4	2.777	5.115	7.277	6.490	0	0	0	0	0	0	0	0	21.660
Cebolla Temprana	1	390	718	1.022	912	0	0	0	0	0	0	0	0	3.042
Choclo	97	90.566	138.787	184.588	200.553	208.462	0	0	0	0	0	0	0	822.956
Cilantro	1	594	1.248	1.191	1.238	0	0	0	0	0	0	0	0	4.271
Haba	7	9.548	9.283	9.921	8.113	12.514	15.436	17.692	18.689	0	0	0	0	101.197
Huerta Casera	6	1.594	73	242	2.258	4.233	4.856	5.884	8.574	10.232	10.363	7.866	4.367	60.543
Lechuga	2	697	3.202	3.258	3.591	4.123	0	0	0	0	0	0	0	14.871
Otras hortalizas	4	849	509	94	1.261	3.351	4.805	6.609	8.484	9.824	8.396	3.218	1.952	49.351
Perejil	1	381	799	763	793	0	0	0	0	0	0	0	0	2.736
Zanahoria	139	115.777	186.579	178.051	249.671	285.525	229.290	0	0	0	0	0	0	1.244.894
Flores	5	2.134	1.599	119	632	3.157	7.244	9.686	13.703	13.904	13.606	11.048	7.355	84.185
Damasco	0	350	353	364	493	565	577	620	591	0	0	0	0	3.913
Manzano Rojo	0	379	460	541	738	842	859	851	0	0	0	0	0	4.671
Otros Frutales	1	387	290	22	115	573	1.315	1.759	2.488	2.525	2.471	2.006	1.336	15.287
Peral Europeo	0	191	232	272	372	424	432	429	0	0	0	0	0	2.352
Tunas	1	1.394	1.170	873	1.036	1.375	1.578	1.808	2.188	2.204	2.157	1.972	1.762	19.517
Plantas Forrajeras	430	849.513	737.318	665.829	731.444	838.020	961.385	1.101.864	1.212.459	1.230.943	1.204.635	1.102.214	976.200	11.611.825
TOTAL (m³/mes)		1.242.362	1.344.349	1.395.770	1.577.427	1.662.850	1.431.397	1.163.304	1.280.265	1.269.631	1.241.628	1.128.324	992.972	15.730.279
Tasa de Riego Ponderada (m³/ha/mes)		1.425	1.542	1.601	1.809	1.907	1.642	1.334	1.468	1.456	1.424	1.294	1.139	18.042
Total sup (ha)	872													

Fuente: ODEPA-INE, 2007.

a) Comuna de Taltal

El cálculo realizado para la comuna de Taltal, indica que las necesidades hídricas se concentran entre los meses de diciembre a febrero, siendo julio y agosto los meses de menor demanda. La mayor demanda en esta zona está dada por las 8,3 ha de olivos, alcanzando un total de 37.000 m³/mes. También es importante la demanda que existe de palto, huerto casero y limonero.

Tabla 3-135 Necesidades hídricas de los cultivos comuna de Taltal

Cultivo	Sup (ha)	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Acelga	0,1	17	38	38	37	0	0	0	0	0	0	0	0	130
Betarraga	0,0	3	6	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	23
Huerta casera	0,0	3	1	2	5	8	9	11	16	19	19	15	8	116
Lechuga	0,0	5	24	25	26	29	0	0	0	0	0	0	0	109
Otras hortalizas	0,1	5	4	4	8	19	27	35	44	51	44	18	11	271
Chirimoyo	0,1	80	69	60	56	54	52	44	71	83	90	89	86	835
Higuera	0,0	13	12	11	12	13	14	17	18	19	18	17	15	179
Huerto casero	0,8	136	125	50	52	202	448	579	797	806	799	668	453	5.115
Limonero	0,6	310	285	269	277	302	336	361	373	377	387	375	345	3.996
Naranja	0,1	68	63	59	61	67	74	79	82	83	85	83	76	880
Níspero	0,1	23	27	30	36	39	31	0	0	0	0	0	0	187
Olivo	8,3	2.729	2.511	2.331	2.398	2.702	3.003	3.575	3.827	3.866	3.836	3.604	3.036	37.418
Otros frutales	0,3	52	48	19	20	77	171	221	304	307	304	254	173	1.949
Palto	0,9	557	513	386	397	442	532	680	825	833	827	749	645	7.387
Plantas forrajeras	1,0	760	699	665	684	752	836	927	992	1.002	994	934	845	10.092
TOTAL (m ³ /mes)		4.760	4.424	3.960	4.074	4.706	5.533	6.530	7.350	7.446	7.405	6.807	5.692	68.687
Tasa de Riego Ponderada(m ³ /ha/mes)		378	352	315	324	374	440	519	584	592	589	541	452	5.460
Total sup (ha)	12,6													

Fuente: ODEPA-INE, 2007.

b) Comuna de San Pedro de Atacama

La comuna de San Pedro, en comparación a las anteriores, es la que tiene la mayor demanda total de recursos hídricos para la agricultura, llegando a un total de 35,9 hm³ anuales (Ver Tabla 3-136).

La demanda más alta se concentra entre los meses de octubre a marzo, meses entre los cuales se concentra también la más alta tasa de riego. Los mayores requerimientos hídricos son demandados por los cultivos de limoneros y el huerto casero. También son importantes el choclo, el maíz de grano, el trigo blanco y las habas.

a) Demanda total por comuna año 2007

De acuerdo a la tabla siguiente, la demanda total de recursos hídricos para agricultura en la región asciende a más de 51,8 hm³/año.

Tabla 3-136 Necesidades hídricas de los cultivos comuna de San Pedro de Atacama

Cultivo	Sup (ha)	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Otros cereales	0	9	15	20	7	17	11	0	0	0	0	0	0	80
Cebada forrajera	0	333	571	628	809	944	1.097	832	407	0	0	0	0	5.621
Papa	5	3.877	3.363	7.773	9.635	9.848	8.649	0	0	0	0	0	0	43.145
Quínoa	9	8.378	13.991	16.845	19.407	18.564	14.394	0	0	0	0	0	0	91.579
Trigo blanco	23	32.766	27.361	31.597	45.632	55.967	65.092	70.856	48.501	0	0	0	0	377.773
Centeno (grano seco)	2	1.379	2.364	2.597	3.347	3.905	4.541	3.441	1.684	0	0	0	0	23.258
Maíz (grano seco)	33	33.563	51.815	69.502	75.693	61.700	41.006	0	0	0	0	0	0	333.278
Ajo	13	20.561	19.621	18.627	23.327	28.927	33.643	33.224	32.608	0	0	0	0	210.539
Acelga	1	1.031	2.164	2.066	2.146	0	0	0	0	0	0	0	0	7.407
Cebolla temprana	0	339	647	947	812	0	0	0	0	0	0	0	0	2.746
Choclo	105	106.522	158.125	210.517	229.788	244.781	0	0	0	0	0	0	0	949.733
Coliflor	1	779	694	725	1.526	2.669	3.137	0	0	0	0	0	0	9.530
Cilantro	1	594	1.248	1.191	1.238	0	0	0	0	0	0	0	0	4.271
Haba	19	29.706	27.970	29.800	24.338	38.868	48.607	56.473	60.303	0	0	0	0	316.065
Huerta casera	12	3.493	-236	128	4.500	9.263	10.773	13.231	19.491	23.376	23.605	18.134	9.705	135.463
Lechuga	1	429	1.929	1.963	2.169	2.539	0	0	0	0	0	0	0	9.030
Otras hortalizas	3	763	342	-30	1.018	3.010	4.316	5.936	7.621	8.824	7.541	3.005	1.753	44.099
Tomate consumo fresco	0	302	347	400	435	429	0	0	0	0	0	0	0	1.913
Zanahoria	1	621	977	931	1.316	1.531	1.230	0	0	0	0	0	0	6.606
Zapallo temprano y de guarda	1	603	475	905	1.251	1.502	1.894	1.369	0	0	0	0	0	7.999
Otros Industriales	0	93	171	243	229	196	105	0	0	0	0	0	0	1.038
Flores	0	50	33	-1	11	73	170	231	330	336	328	268	173	2.003
Ciruelo japonés	2	2.535	2.608	2.808	3.586	4.217	3.504	0	0	0	0	0	0	19.258
Damasco	0	322	313	322	439	519	537	585	563	0	0	0	0	3.600
Huerto casero	106	47.667	31.866	-891	10.458	70.417	163.794	222.016	317.509	323.664	315.808	257.330	166.598	1.926.236
Limonero	5	154.919	127.373	110.602	126.170	150.222	174.713	196.643	211.673	214.600	216.459	205.864	180.481	2.069.719
Manzano rojo	1	1.341	1.567	1.843	2.539	2.971	3.071	3.085	0	0	0	0	0	16.416
Manzano verde	5	4.898	5.726	6.731	9.275	10.853	11.220	11.270	0	0	0	0	0	59.973
Membrillo	16	17.515	20.476	24.072	33.168	38.812	40.124	40.304	0	0	0	0	0	214.472

Cultivo	Sup (ha)	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Naranja	5	7.203	5.923	5.143	5.867	6.985	8.124	9.144	9.842	9.979	10.065	9.572	8.392	96.239
Olivo	2	1.861	1.521	1.243	1.507	1.833	2.132	2.660	2.959	2.981	2.908	2.630	2.168	26.401
Otros frutales	6	2.753	2.044	152	808	4.066	9.458	12.820	18.335	18.690	18.236	14.656	9.620	111.638
Peral europeo	19	20.532	24.003	28.218	38.880	45.496	47.034	47.246	0	-633	-633	0	0	250.143
Tuna	1	1.611	1.339	995	1.184	1.586	1.845	2.143	2.622	2.655	2.590	2.343	2.064	22.976
Uva de mesa	5	3.088	4.095	4.929	7.419	8.617	8.843	8.904	6.857	0	0	0	0	52.753
Tintas viníferas corrientes	5	3.629	5.566	7.335	10.853	12.508	13.162	13.682	0	0	0	0	0	66.736
Blancas viníferas corrientes	2	1.399	2.146	2.828	4.184	4.822	5.074	5.274	0	0	0	0	0	25.725
Blancas viníferas finas	0	162	249	328	485	559	588	611	0	0	0	0	0	2.983
Plantas Forrajeras	957	2.048.823	1.728.716	1.551.109	1.712.798	2.017.746	2.346.710	2.726.459	3.032.683	3.093.242	3.018.202	2.765.116	2.386.883	28.428.486
TOTAL (m ³ /mes)		2.566.449	2.279.519	2.145.142	2.418.253	2.866.963	3.078.598	3.488.439	3.773.988	3.697.714	3.615.109	3.278.917	2.767.837	35.976.927
Tasa de Riego Ponderada (m ³ /ha/mes)		1.875	1.665	1.567	1.767	2.095	2.249	2.549	2.757	2.702	2.641	2.396	2.022	26.286

Fuente: ODEPA-INE, 2007.

Tabla 3-137 Demanda total de recursos hídricos para la agricultura por comuna

Comuna	Antofagasta	Calama	San Pedro	Taltal	Total m ³ /mes
May	5.542	1.242.362	2.566.449	4.760	3.819.114
Jun	11.431	1.344.349	2.279.519	4.424	3.639.722
Jul	11.439	1.395.770	2.145.142	3.960	3.556.311
Ago	11.739	1.577.427	2.418.253	4.074	4.011.493
Sept	8.379	1.662.850	2.866.963	4.706	4.542.897
Oct	4.379	1.431.397	3.078.598	5.533	4.519.908
Nov	5.433	1.163.304	3.488.439	6.530	4.663.706
Dic	6.138	1.280.265	3.773.988	7.350	5.067.741
Ene	5.606	1.269.631	3.697.714	7.446	4.980.398
Feb	5.216	1.241.628	3.615.109	7.405	4.869.358
Mar	3.487	1.128.324	3.278.917	6.807	4.417.535
Abr	2.511	992.972	2.767.837	5.692	3.769.011
Total	81.301	15.730.279	35.976.927	68.687	51.857.194

Fuente: Elaboración propia en base a ODEPA-INE, 2007 y DGA, 2012.

3.9.6.3 Balance Hídrico Específico

En este apartado, una vez estudiados los caudales disponibles (tanto anuales como mensuales), en las tres principales zonas de estudio, así como las necesidades de lavado teniendo en cuenta la calidad del agua de riego, se ha realizado un balance hídrico (mensual y anual), para conocer si existen deficiencias en cuanto a las disponibilidades de agua para el riego. Se ha considerado una eficiencia del riego global del 70%.

a) Balance Hídrico Lasana y Chiu Chiu

Como se ha explicado en apartados anteriores, se ha realizado el balance para una superficie de cultivo de 390 ha, considerando alfalfa y maíz al 50%. En el balance se incluyen las necesidades de la planta, las necesidades de lavado, así como la eficiencia del riego.

Para esta zona, se ha partido de los valores de caudal medio en la estación río Loa Salida Embalse Conchi. Los resultados reflejan un balance positivo durante todo el año, si bien el margen podría ser absorbido por otras fuentes extractivas no consideradas (minería, abastecimiento, etc.).

El detalle del balance se adjunta en el anexo 16, en el que se muestran los datos mensuales y anuales.

b) Balance Hídrico Calama

Como en el apartado anterior, se ha realizado el balance para un total de 390 ha, considerando alfalfa y maíz al 50%. En el balance se incluyen las necesidades de la planta, las necesidades de lavado, así como la eficiencia del riego.

Para esta zona, se ha partido de los valores de caudal medio en la estación río Loa en Escorial. Los resultados reflejan un balance positivo durante todo el año, lo que permite deducir que el problema de la situación del riego podría no encontrarse en la disponibilidad de agua, y podría estar más relacionado con otros factores como el manejo y /o la eficiencia del riego. Se adjunta el Anexo 16 Balance hídrico en el que se muestran los datos mensuales y anuales.

c) Balance Hídrico San Pedro de Atacama

En la zona de San Pedro de Atacama, se ha realizado el balance para una superficie de cultivo de 1.470 ha, considerando alfalfa y maíz al 50%. En el balance se incluyen las necesidades de la planta, las necesidades de lavado, así como la eficiencia del riego.

Para esta zona, se ha partido de los valores de caudal medio en la estación de río San Pedro en Cuchabrache. Los resultados reflejan un balance positivo anual, si bien, existen deficiencias mensuales durante los meses de octubre a febrero. El primer diagnóstico es claro: falta de regulación en la cuenca. Se adjunta el Anexo 16 Balance hídrico en el que se muestran los datos mensuales y anuales.

3.9.6.4 Diagnóstico del Nivel Tecnológico Aplicado en los Cultivos de Riego

El sistema de riego aplicado en la gran mayoría de las parcelas de cultivo es el de riego en superficie. Salvo en un caso en la zona de San Pedro de Atacama, donde se ha observado un canal de sección trapezoidal, el resto de canales observados presentan sección rectangular y están contruidos con hormigón.

A pesar de que la sección trapezoidal es la que, desde el punto de vista hidráulico, se puede considerar como la óptima, porque presenta una máxima capacidad de conducción, se debe de tener en cuenta que la sección rectangular es más simple de ejecución y de mantenimiento, sobre todo a la hora de realizar las limpiezas de mantenimiento. En este aspecto, por tanto, el nivel tecnológico es adecuado.

En la región, las compuertas para la derivación de caudales son metálicas de husillo, pero salvo en algún caso concreto, no existen sistemas de medición ni control de las compuertas. En este aspecto se podría decir que el nivel tecnológico es ampliamente mejorable, poniendo en valor las instalaciones pluviométricas abandonadas o en mal estado, automatizando compuertas y controlando caudales.

Figura 3-92 Aforadores Parshall



Fuente: Elaboración propia.

En algunas bocatomas de canales principales, sí se ha observado la instalación de fluviómetros, pero su estado de conservación es variable y su estado de funcionalidad, desconocido.

Figura 3-93 Estación fluviométrica a la salida del Tranque de Conchi



Fuente: Elaboración propia.

Cabe suponer que las dimensiones y pendientes de los mismos son las adecuadas para los caudales que deben de transportar. La construcción de los canales en hormigón permite que las pérdidas de agua por filtración sean muy bajas y que el rozamiento del agua con las paredes sea mucho menor que en el caso de canales de tierra, aumentando considerablemente la capacidad de conducción de los mismos, para una sección dada.

El sistema de conducción elegido de acequias de cielo abierto, permite observar el agua circulante y el acceso a las labores de limpieza y mantenimiento de los mencionados canales.

Sin embargo, en estos casos, la energía potencial del agua se pierde, disipándose en rápidos y cuencos. Energía que podría utilizarse para salvar obstáculos y para realizar riegos tecnificados de baja presión.

Figura 3-94 Rápidos en Chiu-Chiu



Fuente: Elaboración propia.

a) Aplicación del Agua en las Parcelas

En general, se ha observado que las diferentes parcelas de riego han sido subdivididas en unidades inferiores, a las que vamos a llamar tablares o melgas de riego. Esta práctica es muy adecuada en riegos por superficie porque, para un módulo de riego dado, permite aplicar el mismo en unidades de superficie pequeñas, aumentando así la velocidad del agua y mejorando considerablemente la eficiencia de la aplicación.

Figura 3-95 Distribución parcelaria en tablares, Chiu Chiu



Fuente: Elaboración propia.

La conducción del agua dentro de la parcela se hace mediante acequias de tierra, lo que puede aumentar las pérdidas por infiltración. Sin embargo, debido a la baja dimensión de las parcelas, la longitud de las acequias interiores no es muy elevada, por lo que la influencia, dentro de la eficiencia del riego, se considera pequeña.

No se disponen de datos en cuanto a los caudales de agua utilizados, en cada canal o zona de riego, por lo que no podemos hacer una valoración de la adecuación de los mismos. No obstante, se observa que la sección de los canales es variable, por lo que se espera que las situaciones sean variables, en función del canal determinado. En algunos casos, se ven canales muy pequeños donde los módulos, posiblemente, sean muy bajos y nos lleve a eficiencias bajas.

Según informaciones recogidas en estudios anteriores, la frecuencia del riego es muy baja, con periodos interriegos de 20 a 30 días. Esta situación debe de considerarse como muy negativa, no solamente por el estrés hídrico a que se ven sometidas las plantas, sino también, debido a las aguas salinas de que disponemos.

En cualquier caso, se considera conveniente realizar los estudios necesarios para poder disminuir dicha frecuencia de riego, lo que permitiría disminuir el estrés de las plantas y reducir los altos niveles de salinidad en el suelo.

b) Riegos Tecnificados

En algunos casos, como en Toconao, Antofagasta o Quillagua, se ha observado la utilización de riego tecnificado, goteo e hidropónico, pero la superficie es muy poca y su importancia en el balance de agua muy escasa.

Figura 3-96 Ejemplo de riego tecnificado en Quillagua



Fuente: Elaboración propia.

En el caso de Toconao, el proceso del agua es el siguiente:

- El Tranque de regulación está en desuso, siendo nula su capacidad de regulación.
- La conducción del agua hasta las diferentes parcelas se realizaba a través de acequias a cielo abierto, en diferente estado de conservación.
- A veces, se han observado ciertas conducciones de tuberías de PVC, para conducir el agua desde las acequias a unos pequeños reservorios de agua en las parcelas.
- En las parcelas de cultivo, existen reservorios impermeabilizados con materiales termoplásticos, en general en mal estado de conservación, observándose deterioros y roturas del mismo.

Desde estos reservorios, se bombea el agua, mediante instalaciones de bombeo, accionados por energía fotovoltaica, a redes de tuberías para aplicación de riego a goteo.

Figura 3-97 Tranque de Toconao en desuso



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3-98 Estado actual de un reservorio con roturas en lámina impermeable



Fuente: Elaboración propia.

3.9.6.5 Necesidades de Investigación e Innovación

En el caso de Toconao, sería conveniente un estudio detallado de las posibilidades de modificar las infraestructuras generales:

- a. Rehabilitación del Tranque.
- b. Levantamiento topográfico de la zona.
- c. Estudio para la sustitución de la red de acequias por una red de tuberías a presión.

Esto permitiría la eliminación de necesidad de los reservorios y bombeos individuales, con sus instalaciones y necesidades de conservación, animando a la ampliación de riegos en otras parcelas.

En este punto, es necesaria una investigación detallada de la eficiencia de aplicación del riego por superficie. Para ello, es necesario realizar un trabajo detallado de investigación para cada una de las zonas o canales de riego de:

- a) Caudales con los que se riega.
- b) Textura del terreno, infiltración, etc.
- c) Forma de los tablares, anchura y longitud.
- d) Grado de nivelación del terreno.
- e) Costumbres de los agricultores, en cuanto a formas de aplicación.
- f) Ensayos de campo.

Como alternativa a considerar, debería estudiarse la posibilidad de implantación de algún sistema de riego a surcos, donde se conociera la mejora de la eficiencia y se valoraran los costes e inconvenientes de los trabajos necesarios.

El riego por surcos presenta problemas para su adaptación en cultivos como la alfalfa, que requieren el 100% de la superficie de cultivo, pero puede ser perfectamente adaptable al choclo.

Las ventajas del riego por surcos son:

- No se moja la totalidad de la superficie, reduciendo pérdidas de agua.
- Aumenta la velocidad de avance, aumentando la eficiencia de aplicación.
- Las sales se acumulan en los extremos de la zona mojada, dejando una zona con una menor concentración de sales, permitiendo un mejor desarrollo de los cultivos.

Para poder presentar esta opción, se recomienda realizar previamente pruebas de campo para determinar las formas, longitudes, módulos de riego, etc. Posteriormente, se propone promover parcelas de ensayos, donde puedan, en el transcurso de unos pocos años, ver sus ventajas e inconvenientes.

3.10 Levantamiento y Sistematización de Cartera de Iniciativas Públicas y Privadas Existente

En este capítulo se presenta la revisión de las carteras de iniciativas públicas a realizar en el corto plazo por las instituciones relacionadas con riego en la región. La información ha sido recopilada del Banco Integrado de Proyectos, mediante la herramienta de gestión de iniciativas. A partir de ahí, se han seleccionado las iniciativas en cartera disponibles para los años 2016 y 2017.

Además de las iniciativas públicas, se incluye una revisión de los resultados de la aplicación de la Ley de Fomento en la región, sistematizando los proyectos bonificados por CNR a nivel de comunas.

3.10.1 Cartera de Iniciativas Recopiladas a partir del BIP

La cartera de iniciativas públicas y privadas del territorio, ha sido recopilada desde el Banco Integrado de Proyectos, además de información existente de Planes Regionales.

En estos documentos se revisaron aquellas iniciativas a desarrollar por las diferentes instituciones en el territorio durante los próximos años. El objetivo de incluir esta información, es contrastarla y complementarla posteriormente con las iniciativas que debe proponer el Plan de Riego y

Drenaje. Las iniciativas especificadas por las distintas fuentes de información se presentan a continuación:

a) Ministerio de Agricultura

A través de la CNR y de INDAP, el MINAGRI cuenta con una cartera de más de M\$ 541.500 destinados a estudios de riego sustentable y mejoramiento de la distribución de agua potable y riego. A continuación, se presenta tabla de resumen.

Tabla 3-138 Cartera de iniciativas MINAGRI

Código Bip	Nombre	Tipología	Instituciones financieras	Costo total IDI M\$
30407827-0	Diagnóstico Rec. Hídricos en Riego Sustentable Cuenca Loa y Salado	Estudio Básico	CNR	185.500
30394080-0	Reposición Suelos, Terrazas Patrimoniales Y Riego De La II Región	Proyecto	Gobierno Regional - Región II Antofagasta	330.000
30413080-0	Construcción Distribución Agua Potable Asgralpa Etapa II, Para La Pr	Proyecto	Gobierno Regional - Región II Antofagasta	26.000

Fuente: Banco Integrado de Proyectos, 2016.

Esta cartera es especialmente relevante para el Plan de Riego, ya que constituye la base sobre la cual se realizará la propuesta de iniciativas, buscando complementar las necesidades detectadas en el territorio que aún no son cubiertas por la institución.

b) Ministerio de Obras Públicas

El MOP presenta una cartera de iniciativas año 2016 y 2017 principalmente enfocadas en el mejoramiento de sistemas de agua potable, controles aluvionales, entre otros. A continuación, se presenta tabla de resumen, considerando para el 2016 inversión planificada de M\$ 23.815.146.

Tabla 3-139 Cartera de iniciativas MOP

Código Bip	Nombre	Tipología	Instituciones financieras	Costo total IDI M\$
30127527-0	Mejoramiento Ampliación Sistema de Agua Potable Rural de Lasana	Proyecto	Gobierno Regional - Región II Antofagasta	1.265.287
30233979-0	Análisis y Siste. Info. Estaciones Hidrometeo y Calidad de Aguas	Estudio Básico	DGA	41.840
20183300-0	Construcción Obras de Control Aluvional en Quebrada Farellones Antof	Proyecto	Gobierno Regional - Región II Antofagasta - DOH	5.424.153
20183313-0	Construcción Obras de Control Aluvional en Quebrada La Chimba Antofa	Proyecto	Gobierno Regional - Región II Antofagasta - DOH	11.177.881
30377125-0	Conservación y Manejo de Cauce en el Sector Tranque Toconao	Proyecto	Gobierno Regional - Región II Antofagasta - DOH	723.595
30390924-0	Construcción Obras de Control Aluvional Queb. Uribe, Antofagasta	Proyecto	Gobierno Regional - Región II Antofagasta - DOH	4.978.744

Código Bip	Nombre	Tipología	Instituciones financieras	Costo total IDI M\$
30398274-0	Ampliación Sistema Agua Potable Rural Ayllu de Cucuter	Proyecto	Gobierno Regional - Región II Antofagasta	203.646

Fuente: Banco Integrado de Proyectos, 2016.

Entre los programas de la cartera, se encuentran soluciones que se han diagnosticado como necesidades dentro de los usuarios, como es el caso de la regulación del cauce de Toconao.

En el caso de las iniciativas de control aluvional ambas se arrastran al año 2017 con un presupuesto de M\$ 10.860.606.

b) Ministerio de Desarrollo Social

A través de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena CONADI, MIDESO ha desarrollado una serie de instrumentos orientados a satisfacer las demandas de las comunidades indígenas del territorio, asociados a los recursos de tierra y aguas.

Mediante el Fondo Tierras y Aguas Indígenas, CONADI tiene una cartera de inversiones orientadas a subsidiar la compra de derechos de aguas o a financiar obras destinadas a obtener este recurso en la región. De acuerdo a lo anterior, CONADI ejecuta en todas las comunas de la región, los programas de Adquisición de derechos de Aguas por Indígenas y Subsidio para Obras de Riego y/o Drenaje para Indígenas. Cada año, estos programas son concursados y licitados.

3.10.2 Revisión y Análisis de la Aplicación de la Ley de Fomento entre el año 1985 y 2014 a Nivel Regional Desagregada por Comunas

3.10.2.1 Descripción Ley N° 18.450

Desde su promulgación en 1985, la Ley N°18.450 ha tenido por objeto otorgar una bonificación al costo de construcción de proyectos de riego de los productores agrícolas que cumplan con el fin de incrementar la superficie regada del país, provocar un mejoramiento del abastecimiento de agua en aquellas áreas regadas en forma deficitaria, incentivar un uso más eficiente de la aplicación del agua e incorporar nuevos suelos a la explotación agropecuaria, esto último, por la vía de eliminar el mal drenaje o facilitar la puesta en riego de suelos actualmente de seco.

Proyectos que pueden postular para la bonificación:

Tabla 3-140 Tipología de proyectos para bonificación

Tipología de proyectos	Ejemplos de infraestructura según tipología
Acumulación	Embalses o Tranques de regulación
Conducción	Canales, revestimientos, entubamiento
Mejoramiento de la eficiencia de la gestión	Obras de arte, calidad de aguas, telemetría
Drenaje	Obras de Drenaje
Infiltración	Acuíferos subterráneos
Tecnificación	Sistema de riego como: goteo, cinta, microaspersión, pivote central, entre otros
Energía renovable no Convencional	Hidrogenación, generación eólica y solar

Fuente: CNR, 2015.

a) Modificaciones de Ley N° 18.450 en noviembre 2013

En noviembre del 2013, la Ley N°18.450 fue modificada con el objetivo de poder abordar obras de riego y drenaje, integrales y de uso múltiple, cuyo costo supere las 30.000 UF (Unidad de Fomento) con un tope máximo de 250.000 UF.

De esta manera se busca potenciar la actividad de las organizaciones de regantes, focalizar recursos hacia las obras integrales, recuperar la calidad de riego de aguas contaminadas, posibilitar la infiltración para la recarga de acuíferos, apoyar la agricultura sostenible, y fomentar el uso y generación de energías renovables.

Existen 2 tramos definidos para diferenciar la envergadura de los proyectos:

- Tramo 1: Obras Menores de Riego y Drenaje, cuyo costo total es menor a 15.000 UF.
- Tramo 2: Obras Medianas integrales multipropósito de Riego y Drenaje N°18.450, cuyo costo total es superior a 15.000 UF.

b) Aumento de montos

Las modificaciones también pueden ser apreciadas en el monto máximo del costo total del proyecto:

- Para proyectos intraprediales.
- Los montos máximos han sido aumentados, desde UF 12.000 hasta UF 50.000.
- Para proyectos presentados por organizaciones de usuarios.

Los montos máximos se aumentaron desde UF 30.000 hasta UF 250.000. Para estos efectos se consideran organizaciones aquellas definidas por el Código de Aguas o comunidades de aguas y de obras de drenaje.

c) Porcentaje de bonificación máxima

- Proyectos con costos totales de hasta UF 30.000: Mantendrán los porcentajes de bonificación máximos existentes.

Tabla 3-141 Porcentaje de bonificación proyectos hasta 30.000 UF

Grupo	Superficie predial ponderada	Bonificación máxima al proyecto
Pequeños Productores Agrícolas	Usuarios INDAP	90 %
Pequeños Productores	Hasta 40 ha	80 %
Medianos Productores	Más de 40 y hasta 200 ha	70 %
Organizaciones de Usuarios		80 %
Organizaciones de Pequeños Usuarios		90 %

Fuente: CNR, 2015.

- Proyectos con costos totales superiores a UF 30.000: A las primeras 30.000 UF se les aplicará el porcentaje de bonificación, según el grupo al que pertenezca. Para el resto del costo del proyecto, se le aplicará la bonificación del tramo que aparece en las tablas N°2 y N°3, según sea el caso. El porcentaje final de bonificación del proyecto se calculará sumando la bonificación en pesos de las primeras 30.000 UF, con la bonificación del resto de costo del proyecto y luego se llevará al porcentaje del total del Proyecto.

Tabla 3-142 Organizaciones

Tramos		Bonificación tramo	Bonificación efectiva al costo máximo del tramo
30.000	60.000	60 %	70 %
60.000	90.000	45 %	62 %
90.000	120.000	34 %	55 %
120.000	150.000	25 %	49 %
150.000	180.000	19 %	44 %
180.000	210.000	14 %	40 %
210.000	240.000	11 %	36 %
240.000	250.000	8%	35 %

Fuente: CNR, 2015.

Tabla 3-143 Organizaciones de pequeños y medianos agricultores

Tramos		Bonificación tramo	Bonificación efectiva al costo máximo del tramo
30.000	60.000	68 %	79 %
60.000	90.000	51 %	69 %
90.000	120.000	38 %	62 %
120.000	150.000	28 %	55 %
150.000	180.000	21 %	49 %
180.000	210.000	16 %	45 %
210.000	240.000	12 %	40 %
240.000	250.000	9 %	39 %

Fuente: CNR, 2015.

3.10.2.2 Resultados Aplicación Ley N° 18.450

Entre los años 2006 y 2014, la Ley de Riego bonificó a nivel país un total de 9.138 proyectos con un aporte de MM\$ 323.606. La inversión total en riego gestionada por la CNR en este periodo fue de MM\$ 500.200, con un aporte promedio del beneficiario, del 36,5%.

La Región de Antofagasta es la segunda con menor inversión a nivel país. Entre 2006 y 2014, se ha bonificado un total de MM\$ 1.568, equivalente al 0,48% del total invertido en el país. Las regiones con más bonificación fueron la Región del Maule (30%) y la Región de Coquimbo (17%).

3.10.2.3 Resultados Región de Antofagasta

A partir de los balances anuales que la CNR elabora, se ha realizado una recopilación histórica de datos de bonificaciones comprometidas en la II Región (Antofagasta) y en concreto en la provincia de El Loa, ya que no se han realizado inversiones en las otras dos provincias.

De acuerdo a la información recopilada a través de CNR, se puede indicar que entre el año 2003 y el año 2015, se presentó un total de 187 proyectos a la Ley de Riego. De estos, 121 fueron seleccionados y 18 fueron No Seleccionados. De acuerdo a la siguiente tabla, además hubo 40 proyectos No Admitidos y 8 retirados.

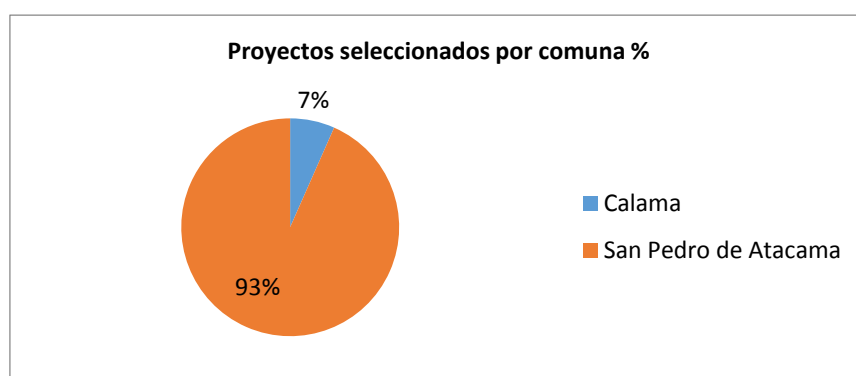
Tabla 3-144 Total de proyectos presentados a la Ley de Riego, según condición

Condición	Total
No Admitido	40
No Seleccionado	18
Retirado	8
Seleccionado	121
Total general	187

Fuente: CNR, 2016.

Del total de proyectos seleccionados, 8 corresponden a la comuna de Calama, que abarca las zonas 2 y 3 de los territorios. Los 113 seleccionados restantes, fueron ejecutados en las Zonas 1 y 4, correspondientes a la comuna de San Pedro de Atacama. Esta distribución se aprecia en el gráfico siguiente:

Figura 3-99 Porcentaje de proyectos seleccionados por comuna



Fuente: CNR, 2016.

En términos de superficie beneficiada, el total informado en ha físicas alcanza las 6.479 ha, de las cuales sólo 4,82 ha corresponden a nuevo riego. En cuanto a tecnificación, en este periodo se ha beneficiado a 13,85 ha. A continuación, se detallan los resultados por comuna, las que, en este caso, sólo son Calama y San Pedro de Atacama. La información provista por CNR no contiene antecedentes que permitan separar los resultados de aplicación de la Ley N° 18.450 por zona de trabajo.

a) Comuna de Calama

Para el periodo analizado, en la comuna de Calama sólo se ha beneficiado a 8 proyectos presentados a la Ley de Riego. En la tabla siguiente, se resumen todos los proyectos seleccionados para la comuna:

Tabla 3-145 Proyectos bonificados por Ley N°18.450 años 2003 a 2015, comuna de Calama

ID Proyecto	44-02-040	44-02-074	20-2001-02-001	20-2001-02-002	14-2006-02-001	16-2011-02-004	12-2013-02-001	12-2013-02-003
Número Beneficiarios	33,0	39,0	24,0	85,0	47,0	24,0	1,0	1,0
Superficie Tecnificada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4

ID Proyecto	44-02-040	44-02-074	20-2001-02-001	20-2001-02-002	14-2006-02-001	16-2011-02-004	12-2013-02-001	12-2013-02-003
Superficie Nuevo Riego	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4
Superficie Física	21,7	69,3	31,1	18,2	22,7	29,0	0,1	0,4
Costo Inicial UF	668,0	6.829,8	5.899,8	3.413,9	15.206,3	11.571,3	1.739,1	2.094,3
APORTE %	25,0	25,0	28,1	28,1	25,0	10,0	21,0	21,8
Bonificación UF	501,0	5.122,4	4.241,4	2.454,3	11.404,7	10.414,1	1.373,9	1.637,7
Estrato	Organización de Pequeños	Organización de Pequeños	Organización de Pequeños	Organización de Pequeños	Organización de Pequeños	Organización de Pequeños	Pequeño Empresario Agrícola	Pequeño Productor Agrícola
Descripción de la obra			Reparación y Construcción de revestimiento de canal y obras de distribución	Construcción de revestimiento de canal, acueducto y obras de distribución	Construcción de acueducto y obras de distribución	Construcción de acueducto canal Quebrada Caspana km 0,00 - 2,100	Construcción de estanque e instalación de sistema de abatimiento de Boro	Construcción de embalse de regulación corta, instalación de sistema de riego por goteo y construcción de sistema de abatimiento de sales y Boro
Tipo de Obra	Obras Civiles	Obras Civiles	Obras Civiles	Obras Civiles	Obras Civiles	Obras Civiles	Obras Tecnificación	Obras Tecnificación
Año de Resolución	1992	1992	2002	2002	2008	2012	2013	2013

Fuente: CNR, 2016.

Según los antecedentes anteriores, la CNR ha invertido en esta comuna un total 37.000 UF en el periodo analizado. Una de las mayores inversiones, correspondió al año 2012 en la Construcción de un Acueducto, que benefició a la Comunidad Atacameña de Caspana (16-2011-02-004).

Además, se puede identificar que el proyecto 44-02-074 corresponde a una obra ejecutada en Ayquina-Turi. Se puede destacar que, en los proyectos ejecutados en 2013, se ha potenciado la instalación de sistemas de abatimiento de boro.

Sobre los proyectos No Admitidos o No Seleccionados, se puede indicar que todos corresponden a obras civiles por una inversión inicial de 46.000 UF. De acuerdo a la siguiente tabla, los proyectos no beneficiados corresponden a 240 usuarios de riego con proyectos que van desde reparación de canal y construcción de compuertas, a revestimiento, implementación de embalse y la construcción de un acueducto.

Tabla 3-146 Proyectos no admitidos y no seleccionados

NUM_B ENEF	SUPFI SICA	COSTO_I NI_UF	APORT E100	BONIF_I NI_UF	Estrato	Descripción de la obra	Tipo obra
20		6226,78	25	4670,09	Organización de Pequeños	Reparación canal y construcción compuertas canal matriz Likan Tatay	Obras Civiles
47	22,7	15206,25	25	11404,69	Organización de Pequeños	Construcción de acueducto y obras de distribución	Obras Civiles
7		3777,62	30	2644,33	Organización de Pequeños	Reparación canal y construcción compuertas canal matriz Likan Tatay etapa I	Obras Civiles
12		4030,96	30	2821,67	Organización de Pequeños	Reparación canal y construcción compuertas canal matriz Likan Tatay etapa II	Obras Civiles

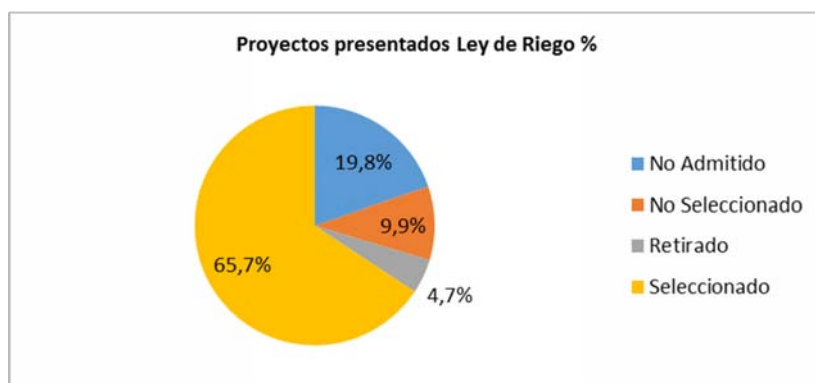
NUM_B ENEF	SUPFI SICA	COSTO_I NI_UF	APORT E100	BONIF_I NI_UF	Estrato	Descripción de la obra	Tipo obra
61	7,25	11443,71	10	10299,34	Organización de Pequeños	Revestimiento canal Toconce km 0,000 - 1,600 y construcción de estanque	Obras Civiles
92	28,98	5727,69	10	5154,92	Organización de Pequeños	Construcción de embalse de regulación corta y revestimiento de Canal km 0,000 - 0,888	Obras Civiles
1	0,48	291,73	12	256,72	Pequeño Productor Agrícola	Revestimiento canal intrapredial Lote N° 20	Obras Civiles

Fuente: CNR, 2016.

a) Comuna de San Pedro de Atacama

San Pedro de Atacama es la comuna de la Región de Antofagasta en la que CNR ha ejecutado más proyectos bajo el marco de la Ley de Riego. Entre el año 1992 al año 2015, se benefició un total de 113 proyectos, aun cuando hubo años en que no hubo proyectos seleccionados, tales como el 2002 y el 2012. Según el gráfico siguiente, del total de proyectos presentados en la comuna, el 66% fue Seleccionado, mientras que el 34% resultó No Admitido, No Seleccionado o Retirado.

Figura 3-100 Proyectos presentados Ley de Riego según condición

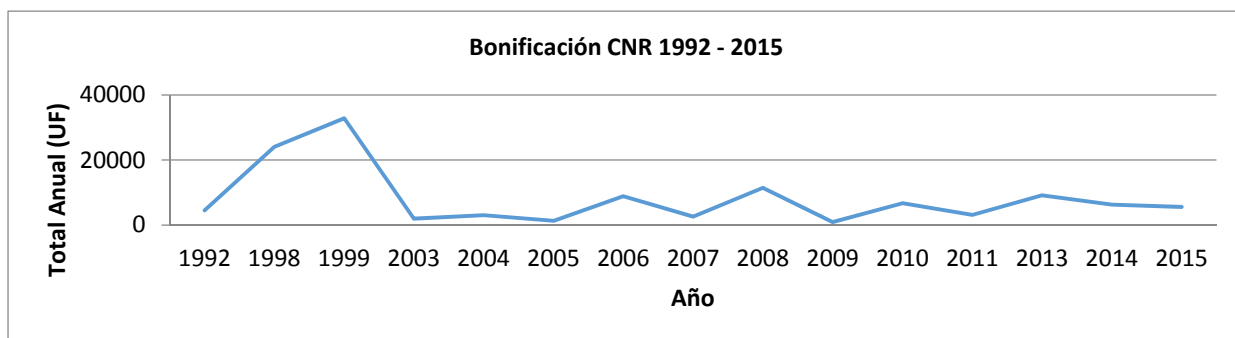


Fuente: CNR, 2016.

En términos de inversión anual total de CNR en esta comuna, según el gráfico siguiente, el año de mayor inversión fue el 1999, en el que se entregaron más de 30.000 en fomento al riego. Durante este año, se resolvió la construcción del acumulador de Solor, además de obras de reparación de canal.

Posteriormente, las inversiones realizadas por CNR se han mantenido por debajo de las 10.000 UF anuales, lo que ha llamado la atención de los usuarios quienes manifiestan su descontento frente a esta situación.

Figura 3-101 Evolución de la inversión de CNR en Ley de Fomento



Fuente: CNR, 2016.

Sobre los proyectos más representativos fomentados por la Ley de Riego, en la siguiente tabla se organizan aquellos que han requerido mayor inversión de la CNR. Aunque la descripción de la obra no entrega mayores antecedentes, se puede inferir que dentro de las mayores inversiones que ha realizado la institución, destaca la construcción de embalses de regulación corta en 2013 y 2014, y de acumuladores nocturnos en 1998 y 1999.

Se puede mencionar también que, dentro de los proyectos bonificados de mayor inversión, los primeros han beneficiado a organizaciones de usuarios, más que a usuarios individuales pequeños productores. La tendencia se revierte ya que, en los últimos años, los mayores proyectos han sido presentados por pequeños productores agrícolas.

Tabla 3-147 Mayores proyectos bonificados por Ley de Riego, San Pedro de Atacama

Bonificación CNR	Estrato beneficiario	Descripción de la obra	Año de resolución
16.650,52	Organización de Usuarios	Reparación de canal	1999
10.586,74	Organización de Usuarios	Construcción de acumulador nocturno Solor y reparación de canal San Pedro, derivado Solcor (IV)	1999
10.062,13	Organización de Usuarios	Construcción de acumulador nocturno y reparación de canal San Pedro (i)	1998
9.444,37	Organización de Usuarios	Reparación Canal San Pedro, Canal Matriz (Iia)	1998
6.302,25	Pequeño Productor Agrícola	Construcción de embalse de regulación corta	2014
6.216,64	Pequeño Productor Agrícola	Construcción de embalse de regulación corta	2013
5.596,54	Organización de Usuarios	Reparación canal San Pedro, derivado Coyo (III)	1999
4.553,07	Organización de Usuarios	Reparación Canal San Pedro, Canal Matriz, Derivado Coyo (Iib)	1998
3.538,7	Pequeño Productor Agrícola	Revestimiento canal Cañadas km 0,000 - 0,680	2015
3.319,78	Organización de Pequeños	Sin información	1992
2.923,53	Pequeño Productor Agrícola	Instalación de sistema de abatimiento de Boro	2013
2.007,82	Pequeño Productor Agrícola	Ampliación de embalse de regulación corta El Peine	2015
1.868,96	Pequeño Empresario Agrícola	Reparación de canal intrapredial km 0,000-0,615	2010

Bonificación CNR	Estrato beneficiario	Descripción de la obra	Año de resolución
1.97,95	Pequeño Empresario Agrícola	Construcción de revestimiento de canal km 0.000 - 0.240, Derivado 1 km 0.000 - 0.115 y Derivado 2 km 0.000 - 0.084 Etapa 1	2008
950,62	Organización de Pequeños	Sin Información	1992
947,03	Pequeño Productor Agrícola	Reparación canal y construcción de compuertas	2008
940,43	Pequeño Productor Agrícola	Construcción de revestimiento de canal km 0.000 - 0.135 y Derivado km 0.000 - 0.056 Etapa 1	2008
926,18	Pequeño Productor Agrícola	Construcción de revestimiento de canal km 0.000 - 0.125, Derivado 1 km 0.000 - 0.051 y Derivado 2 km 0.000 - 0.067 Etapa 1	2008
909,79	Organización de Pequeños	Reparación canal y construcción compuertas	2009
906,07	Pequeño Empresario Agrícola	Reparación de canal intrapredial km 0,000-0,247	2010

Fuente: CNR, 2016.

Además de los anteriores, CNR ha bonificado una serie de proyectos a Pequeños Productores y Pequeños Empresarios Agrícolas, cuyas obras han comprendido la construcción de revestimiento de canal y compuertas y otros elementos como obras de distribución, estanques, sifones y caídas verticales.

3.10.2.4 Dificultades en la Aplicación de la Ley N° 18.450

Las principales dificultades para la aplicación de la Ley de Fomento al Riego en la región que se han identificado están relacionadas con: la forma de organización de los usuarios, la falta de consultores de riego y las características de los postulantes o beneficiarios.

a) Organizaciones de usuarios de aguas

Las Organizaciones de Usuarios de Aguas son aquellas entidades que se generan por la existencia de dos o más personas con derechos de aprovechamientos de aguas en un mismo canal, embalse o que aprovechan las aguas de un mismo acuífero, formándose comunidades de aguas (superficiales y subterráneas), comunidades de drenaje (obras de drenaje o desagüe en beneficio común), asociaciones de canalistas y juntas de vigilancia. Las organizaciones de usuarios de aguas pueden postular sus proyectos a los concursos de la Ley N° 18.450 en forma individual o colectiva, estando ya organizadas o bien en proceso de constitución.

Sólo se han aprobado proyectos en las comunas de Calama y San Pedro. En el caso de la comuna de Antofagasta, no presentan tenencia tanto de recursos hídricos (obtienen su fuente de agua para riego corresponde a agua potable). Asimismo, los terrenos son cedidos en comodato por Bienes Nacionales, por lo cual no cumplen con los requisitos establecidos por la Ley de Riego.

En la comuna de Taltal, la mayoría no presenta tenencia de recursos hídricos (obtienen su fuente de agua para riego corresponde a agua potable), además los terrenos son cedidos en comodato por Bienes Nacionales. Para el caso de la comuna de María Elena (principalmente la zona de Quillagua) y la comuna de Ollagüe, en ambos casos la población es reducida y mayor, asimismo los costos de aporte propio en los proyectos son altos. Para el caso de Mejillones y Tocopilla, son

comunas preferentemente costeras y mineras, en donde la agricultura es sólo a nivel de huertos caseros.

b) Consultores

La dificultad en la presentación de proyectos radica en la falta de consultores locales. Este hecho parece causado, entre otros factores, por la falta de universidades que dicten carreras referentes al ámbito de riego en la región. Además, al ser una zona preferente minera y turística, los consultores principalmente provienen desde otras regiones, por lo cual el costo de operación en la región es alto.

c) Postulantes o Beneficiarios

La mayoría de los postulantes de la Región de Antofagasta corresponden a la categoría de pequeño productor agrícola INDAP: personas acreditadas por INDAP como beneficiario o potencial beneficiario, que explota una superficie no superior a las 12 ha de riego básico, cuyos activos no superen el equivalente a 3.500 UF, que sus ingresos provienen principalmente de la explotación agrícola, y que trabaje directamente la tierra, cualquiera sea su régimen de tenencia, de acuerdo a lo prescrito por el artículo 13 de la Ley N° 18.910 Orgánica del Instituto de Desarrollo Agropecuario. Dichas personas podrán optar a una bonificación máxima del 90%.

Los montos máximos de proyectos para este tipo de usuario alcanzan hasta 30.000 UF. Si se considera que los productores de cultivos de riego sólo poseen como máximo 12 ha de riego, y en algunos casos se cultivan menos superficie, los costos de aporte propio requerido para percibir ayudas son excesivos.

3.11 Sistematización de la Información

La información recopilada ha sido sistematizada y organizada en torno a los 5 ejes temáticos considerados en el levantamiento de la información. Estos ejes temáticos son los siguientes: Infraestructura de Riego, Productividad Agrícola, Gestión de las Organizaciones, Gestión Institucional e Investigación, Desarrollo e Innovación (I + D + i).

Los ejes están compuestos por ítems que describen diferentes aspectos. Corresponden a los conceptos que componen el eje y que permiten su evaluación integral. El ítem infraestructura de riego, por ejemplo, está compuesto por Seguridad de Riego, Superficie Regada y Monitoreo de los recursos hídricos. Al mismo tiempo cada ítem se divide en descriptores que corresponden a los criterios en torno a los cuales se ha caracterizado cada ítem.

La metodología de sistematización consistió en la elaboración de una matriz en la que se define el estado actual (Diagnóstico/Línea base) para cada eje con sus ítems, en cada uno de los territorios de trabajo. La definición de los ejes temáticos y de los ítems que la componen se ha realizado en base a la opinión experta de los profesionales que han participado en la elaboración del plan, destacando los componentes que diferencian y describen a cada subterritorio.

En la tabla siguiente se presenta la matriz implementada y aplicada a los territorios de trabajo del Plan de Riego, posteriormente se entrega una síntesis de los aspectos más relevantes. En los apartados siguientes se presenta la sistematización realizada para el diagnóstico de cada

territorio. Cabe mencionar que este diagnóstico ha sido revisado y actualizado por los redactores de este plan a lo largo de las diferentes fases del estudio.

Tabla 3-148 Matriz de sistematización de información

	Eje Temático	Ítem	Descriptor / Indicadores
1)	Infraestructura de Riego	Seguridad de Riego	1) Capacidad de regulación de la cuenca
			2) Variabilidad hidrológica
			3) Calidad de aguas
			4) Participación de distintas fuentes para el riego
		Superficie Regada	1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción
			2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación
			3) Obras de tecnificación para la distribución del agua
			4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada
		Monitoreo de Recursos Hídricos	1) Infraestructura para el monitoreo de recursos en cuanto a calidad y cantidad
2) Uso de sistemas de información en línea para el monitoreo			
2)	Productividad Agrícola	Cultivos y Tecnificación	1) Cultivos actuales y potenciales
			2) Capacidad del territorio
			3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)
	Prácticas Productivas y Medio Ambiente	1) Buenas prácticas en la producción agrícola	
		2) Pasivos ambientales	
		3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	
3)	Gestión de las Organizaciones	Gestión Interna	1) Nivel de organización formal de las OUAs
			2) Nivel de capacitación de celadores y directivos
			3) Estado legal de los derechos de aprovechamiento
		Capital Social	1) Capacidad de liderazgo y motivación de grupos
			2) Capacidad de propuesta
			3) Capacidad de resolución de conflictos
			4) Inclusión
4)	Gestión Institucional	Institucionalidad Pública	1) Presencia de las instituciones en el territorio
			2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego y drenaje
			3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad
		Implementación de Proyectos Públicos	1) Nivel de proyectos implementados en el territorio (obras de arte, equipamiento, capacitación, estudios básicos)
			2) Participación de usuarios en proyectos de riego y drenaje
5)	I + D + i	Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego	1) Iniciativas de investigación
			2) Iniciativas de transferencia tecnológica
			3) Capacidad de adoptar cambios

Fuente: Elaboración propia.

3.11.1 Sistematización de la Información Zona 1

Eje Temático	Ítem	Descriptor / Indicadores	Diagnóstico
Infraestructura de Riego	Seguridad de Riego	1) Capacidad de regulación de la cuenca	La zona dispone de un tranque en Toconao y otro en Socaire. El primero tiene una capacidad de 2.160 m ³ , pero en la actualidad está abandonado. El de Socaire es de tan sólo 15.000 m ³ . Peine dispone de otros tranques de pequeña capacidad. La cuenca no cuenta con capacidades naturales de regulación, produciendo inundaciones y aluviones.
		2) Variabilidad hidrológica	Las estaciones fluviométricas de la DGA indican que la disponibilidad de caudal es de 0,17 m ³ /s entre los meses de abril a septiembre y de 0,14 m ³ /s de octubre a marzo en estación Cuno en Socaire. Los recursos hídricos son limitados en época estival, sin uso agrícola en invierno. Hay distintas estrategias no formales de acción en tiempos de déficit (por ejemplo, la variación en los turnos y tiempo de riego).
		3) Calidad de aguas	En estaciones de calidad se ha medido valores máximos de 0,5 mg/l de arsénico, 14 mg/l de boro y 1.683 mg/l de cloruros. FIA instaló una planta de tratamiento en 2012 en Aguas Blancas, cuyo objetivo fue el abatimiento de estos contaminantes.
		4) Participación de distintas fuentes para el riego	Del total de derechos concedidos para uso en riego en la comuna de San Pedro de Atacama, a la cual pertenece la zona 1, todos los derechos para riego provienen desde fuentes superficiales, con un total de 1.548 l/s promedio anual. No cuentan con captaciones subterráneas para riego.
	Superficie Regada	1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción. Uso de ERNC	En este territorio, se ha identificado un total de 70,6 km lineales de canales para riego, siendo los canales Socaire y Tumbre los más importantes en cuanto a longitud. Los canales principales son de mampostería y de sección reducida. Varios de ellos han sido dañados por avenidas y aluviones. No hay infraestructura de captación, no se capta la totalidad de las aguas de las vertientes.
		2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación	La mayor obra en la zona es el de Toconao, ejecutado por la DOH, que está en desuso tras las avenidas de 2012 y 2015. CNR ha implementado tranques en Talabre, Socaire, Peine y Camar. Son sistemas comunitarios, no se ha masificado aún el uso de sistemas individuales. En aquellos implementados, el principal uso es riego tecnificado, mejorando la eficiencia en riego.
		3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	De acuerdo a ODEPA, en 2007 la superficie regada en total es de 1.460 ha en la comuna de San Pedro de Atacama. De estas, la mayoría se riega con riego gravitacional por tendido. Las compuertas del tranque principal de Toconao están inutilizables. En general, las compuertas y las bocatomas están en mal estado de mantenimiento, ya que la mayoría de las obras son antiguas.
		4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada	La superficie actual de cultivo es pequeña, por ejemplo, Toconao presenta 45 ha y Peine 17,50 ha. La superficie regada ha disminuido con el tiempo, principalmente por la falta de agua, por la avanzada edad de los agricultores y por el cambio de rubro hacia otras actividades económicas.

Eje Temático	Ítem	Descriptorios / Indicadores	Diagnóstico
	Monitoreo de Recursos Hídricos		Según ODEPA, del total de superficie agropecuaria en la comuna San Pedro de Atacama, el 0,7% es destinado a suelos de cultivo agrícola.
		1) Infraestructura para el monitoreo de recursos en cuanto a calidad y cantidad	El monitoreo de recursos hídricos es realizado por la DGA. En esta zona, se cuenta sólo con 2 estaciones de calidad vigentes, en Socaire y en Tilomonte. La distribución que poseen sólo permiten monitoreo puntual de la calidad, sin realizar una evaluación completa de la cuenca. Además, la zona cuenta con 7 estaciones de medición de caudal, las que si permiten el monitoreo y control de la disponibilidad superficial. No hay estaciones de monitoreo de aguas subterráneas. Las comunidades de usuarios no cuentan con acceso a la información levantada por la DGA. Aunque es pública, no tiene una difusión apropiada para los agricultores de la zona.
		2) Uso de sistemas de información en línea para el monitoreo	Existen redes de información en línea de la DGA y del MINAGRI (AGROMET). Ambas están disponibles vía web. No existen sistemas de información para los regantes, en línea ni de otro medio.
Productividad Agrícola	Cultivos y Tecnificación	1) Cultivos actuales y potenciales	En 2007, INE catastró en la comuna de San Pedro de Atacama que, el mayor cultivo es el de plantas forrajeras, frutales y hortalizas. En 2012, mediante FIA se desarrolló un centro de producción de hortalizas a través de FIA, dispuesto para hortalizas como tomate, lechuga, pimentón y melón. En talleres del Plan de Riego, se ha levantado que los actuales cultivos son maíz, quínoa, choclos y alfalfa. Se han incorporado nuevos cultivos como tomate, acelga, perejil y cilantro. Se ha identificado también que no hay regularización en el faenamiento del ganado.
		2) Capacidad del territorio	En general, los suelos presentan buenas características para cultivos agrícolas, siendo la salinidad la limitación más importante. A pesar de ello, son suelos aptos para la adaptabilidad de especies hortícolas importantes.
		3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	El nivel de tecnificación actual está dado por algunos proyectos de bombeo solar, con una baja cantidad de proyectos implementados por CNR (9). No se han identificado explotaciones agrícolas de mayor escala, aunque se ha identificado algunas experiencias cultivo y producción vitivinícola.
	Prácticas Productivas y Medio Ambiente	1) Buenas prácticas en la producción agrícola	Las explotaciones agrícolas en el territorio son pequeñas, de agricultura familiar. Destaca el cultivo de viñas en Toconao e invernaderos en Socaire y el uso e implementación de turbinas de microgeneración en Talabre. Camar también tiene una microcentral abandonada. La actividad agrícola busca preservar la tradición ancestral de trabajo con la tierra, más allá de la obtención de rentabilidad económica. Se ha implementado Turbina y riego por goteo con paneles solares (en menor escala).
		2) Pasivos ambientales	Las comunidades y la superficie en la que desarrollan sus cultivos están al alrededor del Salar de Atacama, yacimiento de explotación actual de litio, generando potencial contaminación ambiental. En reiteradas ocasiones, se ha mencionado que las faenas mineras disminuyen el agua disponible para riego, al extraer los recursos para sus procesos productivos.
		3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	La actividad agrícola es limitada por la condición de aridez geográfica del territorio y por la escasa disponibilidad de superficie apta para cultivos.

Eje Temático	Ítem	Descriptor / Indicadores	Diagnóstico
Gestión de las OUAs	Gestión Interna	1) Nivel de organización formal de las OUAs	La forma de organización de este territorio son las comunidades indígenas atacameñas, quienes administran, gestionan y distribuyen internamente el recurso hídrico. Las comunidades presentes son Comunidad Atacameña de Toconao, Comunidad Atacameña de Talabre, Comunidad Atacameña de Peine, Comunidad Atacameña de Camar, Comunidad Atacameña de Socaire y Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Aguas Blancas. No se ha identificado la presencia de organizaciones del tipo OUA.
		2) Nivel de capacitación de celadores y directivos	Las comunidades tienen una directiva que gestiona y administra su funcionamiento interno en todo aspecto. La capacitación y el apoyo para la gestión es brindado por INDAP a través del programa PDTI. No cuentan con celadores para la gestión de recursos.
		3) Estado legal de los derechos de aprovechamiento	Los derechos de agua son comunitarios. En este territorio, existe un caudal concedido de 1.011 l/s concedidos. Según la inscripción en CBR y CPA, los derechos constituidos son los siguientes: Comunidad Atacameña de Toconao = 457,4 l/s. Comunidad Atacameña de Talabre = 181,3 l/s. Comunidad Atacameña de Peine = 65,6 l/s. Comunidad Atacameña de Camar = 26,6 l/s. Comunidad Atacameña de Socaire = 155,3 l/s. Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Aguas Blancas = 110 l/s.
	Capital Social	1) Capacidad de liderazgo y motivación de grupos	El liderazgo y la motivación de las comunidades están fundamentados en la convicción y empoderamiento que poseen de su condición indígena y de las características que ello conlleva. El liderazgo lo ejerce la directiva de la comunidad, pero funcionan de manera coordinada y participativa con los comuneros, considerando en general los acuerdos por consenso. Tienen especial interés en la mantención de la actividad agrícola familiar, conservando la tradición ancestral que han heredado.
		2) Capacidad de propuesta	La capacidad de propuesta es alta, dado su empoderamiento y trabajo continuo con CONADI y PDTI. En general preparan proyectos y son beneficiarios de programas de fomento.
		3) Capacidad de resolución de conflictos	Existen algunas limitaciones en la resolución de conflictos. Bajo el marco de las actividades del Plan, hubo manifestaciones concretas de desacuerdos y rivalidades entre las comunidades y conflictos internos por posiciones opuestas en cuanto al desarrollo de proyectos de tecnificación, innovación y microgeneración.
		4) Inclusión	Las comunidades indígenas incluyen a mujeres y hombres en todo el territorio.
Gestión Institucional	Institucionalidad Pública	1) Presencia de las instituciones en el territorio	La zona está inmersa en el ADI Atacama La Grande, por ende, la institución que ejerce mayor presencia es CONADI, seguido de PDTI y CNR. CONADI es quien acompaña permanentemente a los comuneros, brindándoles apoyo en diferentes aspectos, mientras que PDTI los apoya específicamente en labores agropecuarias. Durante los últimos dos años, CNR ha reactivado su presencia en la zona con implementación de proyectos de acumulación y microgeneración. A pesar de la presencia descrita, los usuarios manifiestan notoria descoordinación entre las instituciones,

Eje Temático	Ítem	Descriptor / Indicadores	Diagnóstico
			situación que se ha comprobado en el hecho de realizar actividades en horarios ya dispuestos por otras instituciones.
		2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego	Del total de 173 proyectos presentados a la Ley de Fomento entre 2002 y 2014, solamente 11 han beneficiado a estas comunidades. CONADI por su parte, ha beneficiado a más de 550 familias con sus programas de subsidios, además del diseño y construcción de invernaderos. INDAP ha entregado 145 incentivos en la comuna de San Pedro, de los cuales, 89 se han acogido al instrumento de Riego.
		3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	El impacto de los proyectos implementados está marcado por la adversa condición que rodea a la actividad agrícola y el esfuerzo permanente de los usuarios y de la institución por preservar su desarrollo y mejorar su evolución. La percepción de los usuarios es que los proyectos no tienen evaluación final ni continuidad. Son abandonados por problemas imposibles de solucionar por el agricultor.
	Implementación de Proyectos Públicos	1) Nivel de proyectos implementados en el territorio	Los proyectos implementados van desde la construcción de sistemas de acumulación como Guachar, Solor, Toconao y Socaire, hasta obras de revestimiento y construcción de canales. Se han implementado algunas iniciativas de microgeneración hidroeléctrica y muy pocos proyectos de tecnificación. Destacan Asistencia técnica SQM Atacama Tierra fértil, Invernadero hidroponía, Gaviones en quebradas, INDAP con programa PDTI.
		2) Participación de usuarios en proyectos de riego	Los usuarios, al ser beneficiarios de CONADI, participan activamente en el aprovechamiento de los subsidios que se implementan en la región. Al mismo tiempo, son participantes activos de INDAP a través del Instrumento de Riego y del Programa PDTI. La menor participación ocurre en los proyectos CNR, principalmente por el requisito de aporte propio y de regularidad de tierra y agua.
I + D + i	Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego	1) Iniciativas de investigación	El territorio ha sido objeto de iniciativas de FIA y FUCOA. Se ha observado la necesidad de un apoyo técnico que asesore a la agricultura local en el desarrollo e introducción de nuevos cultivos adaptables al contexto climático. Se requiere que esta asesoría sea permanente y continua.
		2) Iniciativas de transferencia tecnológica	La iniciativa actual y permanente está dada por el programa PDTI que actualmente se desarrolla en Atacama La Grande. Se ha detectado la necesidad de programas de transferencia diseñados para dar continuidad a la agricultura ancestral, logrando atraer a jóvenes a la actividad.
		3) Capacidad de adoptar cambios	Del total de agricultores pertenecientes a las comunidades, una porción menor ha sido objeto de la ejecución de proyectos de innovación, como los casos de la producción de Alfalfa en Talabre y viñedos en Toconao. Del resto de comuneros, buena parte está dispuesta a la adopción de cambios, aunque los agricultores de más edad son reticentes a la ejecución de algunos proyectos.

Fuente: Elaboración propia.

3.11.2 Sistematización de la Información Zona 2

Eje Temático	Ítem	Descriptor / Indicadores	Diagnóstico
Infraestructura de Riego	Seguridad de Riego	1) Capacidad de regulación de la cuenca	Este territorio cuenta con la regulación del embalse Conchi, cuya capacidad de almacenamiento alcanza los 22 hm ³ . Sumado a esto, actualmente se estudia la implementación de una nueva obra en el río San Pedro afluente del Loa.
		2) Variabilidad hidrológica	Las estaciones fluviométricas de la DGA indican que la disponibilidad de caudal es de 0,36m ³ /s entre los meses de abril a septiembre y de 0,85 m ³ /s de octubre a marzo en estación Salida de Conchi.
		3) Calidad de aguas	La calidad es variable entre las secciones de la cuenca. En la cabecera, se han medido valores máximos de 0,3 mg/l de arsénico, 9,0 mg/l de boro y 735,1 mg/l de cloruros. En la zona de Quillagua, los valores máximos medidos son 7,6 mg/l de arsénico, 117,5 mg/l de boro y 8.976 mg/l.
		4) Participación de distintas fuentes para el riego	El agua para riego proviene desde la escorrentía superficial. En las cuencas hidrográficas Salar de Michincha y río Loa Alto en las cuales se ubica esta zona, hay un total de 4.320 l/s concedidos, de los cuales 1.481 l/s son para riego. Todos corresponden a la cuenca del río Loa.
	Superficie Regada	1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción. Uso de ERNC	Los sistemas de canales en este territorio, están ubicados en las comunidades de Cupo, Taira, Ayquina, Turi, Toconce, Caspana, Lasana y Chiu Chiu. No se han implementado canales de riego en Ollague. Según CNR, la zona cuenta con 90,6 km lineales de canales de riego. Los sistemas de canales más importantes son el Canal Grande, Canal Caspana, Canal La Banda 2 y Vertiente Turi. En Caspana, cuentan con acueducto implementado por CNR en 2012. Los canales extraprediales son principalmente de mampostería. En Ayquina Turi son de concreto, al igual que en Lasana y Chiu Chiu. En Lasana, el año 2015 CNR realizó obra de revestimiento de Canal Ramírez. Los canales intraprediales son en su mayoría de tierra.
		2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación	El mayor sistema de acumulación en esta zona es el embalse Conchi, que regula a toda la cuenca. Actualmente, CNR está comenzando la ejecución de un embalse en el río San Pedro. Según información de CIREN, en esta zona se han implementado sistemas pequeños de acumulación, como Estanque Canal La Represa en Caspana, Estanque Canal Quebrada Chica en Caspana, Estanque Qda. de Inga en Cupo, Estanque Canal Mesón en Cupo, Estanque Canal Vertiente en Panire y Estanque Grande en Ayquina.
		3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	Según ODEPA, la superficie regada total de Calama y Ollague alcanzó en 2007 un total de 780 ha, donde el 99% aplica riego gravitacional por tendido. Las comunidades no cuentan con obras de tecnificación de riego. CNR ha implementado sólo un proyecto en la comunidad de Ayquina - Turi.
		4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada	La superficie actual de riego en Lasana es de 54,3 ha y en Chiu Chiu de 229,3 ha. Según ODEPA, en las comunas de Calama y Ollague, en 2007 se catastraron 140.000 ha de superficie agropecuaria, de las cuales, menos del 1% es utilizada como suelo de cultivo.
		1) Infraestructura para el monitoreo de	El monitoreo de recursos hídricos en esta zona, es llevado a cabo por la DGA. Actualmente hay 13 estaciones fluviométricas operativas, ubicadas desde la cabecera de los ríos Loa, San Pedro, Salado

Eje Temático	Ítem	Descriptor / Indicadores	Diagnóstico
	Monitoreo de Recursos Hídricos	recursos en cuanto a calidad y cantidad	y Siloli, hasta la unión entre el Loa y el Salado. Esta distribución permite la evaluación del caudal en diferentes secciones del territorio. Respecto al monitoreo de la calidad, actualmente hay 8 estaciones operativas en el territorio, distribuidas en los diferentes cauces del río Loa y sus afluentes.
		2) Uso de sistemas de información en línea para el monitoreo	Existen redes de información en línea de la DGA y del MINAGRI (AGROMET). Ambas están disponibles vía web.
Productividad Agrícola	Cultivos y Tecnificación	1) Cultivos actuales y potenciales	Los cultivos actuales de mayor impacto en el territorio, son la quínoa y la zanahoria, los que han sido potenciados mediante iniciativas de INDAP, FIA y empresas privadas (Codelco RT). Además, se ha implementado Invernaderos para el cultivo de hortalizas de hojas. Se puede destacar que la forma de cultivos es mediante terrazas. Según el Censo 2007, en este territorio el mayor cultivo son las forrajeras y las hortalizas. En Ollagüe, los mayores cultivos son las hortalizas y las forrajeras.
		2) Capacidad del territorio	La capacidad del territorio es utilizada en su máximo potencial. Se utilizan los valles de quebradas en cultivos de terrazas, aprovechando el máximo potencial hídrico y del territorio.
		3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	El territorio no ha sido beneficiario de proyectos de tecnificación bajo el marco de la Ley de Riego. Sin embargo, se han desarrollado otras experiencias de incentivos a la producción y comercialización de sus productos agrícolas. Ha existido un apoyo permanente de INDAP y de la empresa privada.
	Prácticas Productivas y Medio Ambiente	1) Buenas prácticas en la producción agrícola	La producción agrícola de los territorios se ha fortalecido con la implementación de iniciativas de capacitación y de inversión de las instituciones. Se puede mencionar el uso de invernaderos y fábrica de té de zanahorias. Por otro lado, la disminución de ganado en los sistemas productivos ha reducido la producción de guano, por consiguiente, se debe asumir el costo para incorporarlo a los cultivos.
		2) Pasivos ambientales	En este territorio, próximos a los cauces de los ríos se desarrollan faenas mineras en el curso del Loa y San Pedro. Aunque no se ha comprobado, los agricultores tienen la convicción de que utilizan el agua para sus producciones, disminuyendo el escurrimiento superficial que usan para riego.
		3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	Las condiciones climáticas permiten el desarrollo de agricultura de OASIS, siendo las condiciones geográficas las que restringen la actividad hacia otras áreas.
Gestión de las OUAs	Gestión Interna	1) Nivel de organización formal de las OUAs	La zona 2 está emplazada en el ADI Alto El Loa, donde la principal forma de organización son las comunidades indígenas. No obstante lo anterior, se ha identificado que también se encuentra la presencia formal de OUAs. Las comunidades indígenas en este territorio son Comunidad Atacameña de Caspana, Comunidad Atacameña de Conchi Viejo, Comunidad Atacameña de Ayquina-Turi, Comunidad Atacameña de Cupo, Comunidad Atacameña de Toconce, Comunidad Atacameña San Francisco de Chiu Chiu, Comunidad Quechua de Ollagüe y Comunidad Atacameña de Taira. Las OUAs formalizadas en este territorio son Canal San Antonio de Lasana, Canal Buen Retiro de Lasana, Canal Quinchira de

Eje Temático	Ítem	Descriptorios / Indicadores	Diagnóstico
			Lasana, Canal Quilchiri de Lasana, Canal Los Ramírez de Lasana, Canal Los Perales de Lasana, Canal Pona de Lasana, Canal La Banda de Lasana y Chiu-Chiu, La Banda-Ramal Los Blancos de Chiu-Chiu, Canal Grande de Lasana y Chiu-Chiu, Canal Grande-Ramal N° 3 Piar de Chiu-Chiu, Canal Grande-Ramal N° 4 Pukará de Chi-Chiu, Canal Grande-Ramal N° 6 San Andrés de Chiu-Chiu, Canal Grande-Ramal San Juan de Chiu-Chiu, Canal Grande-Ramal El Triángulo de Chiu-Chiu, Canal Grande-Ramal Callejón de Chiu-Chiu, Canal El Pueblo de Chiu-Chiu, Canal El Pueblo-Ramal Cochala de Chiu-Chiu, Canal El Pueblo-Ramal El Pongo de Chiu-Chiu, Canal El Pueblo-Ramal El Calvario de Chiu-Chiu, Canal El Pueblo-Ramal La Parroquia de Chiu-Chiu, Canal El Pueblo-Ramal San Ramón de Chiu-Chiu, Canal El Pueblo-Ramal Santa Faustina de Chiu-Chiu.
		2) Nivel de capacitación de celadores y directivos	Las directivas de las comunidades indígenas cuentan con el apoyo de CONADI para gestionar sus actividades internas, de INDAP que los capacita para el trabajo agrícola. Sin embargo, las OUAs no tienen directivas actualizadas para acceder a beneficios de CNR.
		3) Estado legal de los derechos de aprovechamiento	Las comunidades indígenas cuentan con derechos concedidos para la agrupación. El caudal medio anual permitido es el siguiente: C.A. Ayquina - Turi = 164 l/s. C.A. Conchi Viejo = 0,3 l/s. C.A. Cupo = 18,1 l/s. C.A. Cupo y Otros = 2,8 l/s. C.A. Toconce = 100 l/s. C.A. Caspana = 40,1 l/s. C.Q. Ollagüe = 29 l/s.
	Capital Social	1) Capacidad de liderazgo y motivación de grupos	La organización en comunidades indígenas y el empoderamiento de sus atribuciones, confiere a los usuarios una alta capacidad de Liderazgo y Motivación para el desarrollo de sus actividades internas. Se organizan, gestionan y distribuyen los recursos entre las comunidades, con el fin de preservar sus tradiciones. La motivación para el trabajo con estudios básicos de consultoras es más bien escasa, ya que han tenido mejores resultados con la empresa privada que con las instituciones.
		2) Capacidad de propuesta	Tienen alta capacidad de propuesta y entusiasmo por participar en iniciativas que les entreguen beneficios concretos de capacitación u obras. Esto se potencia ya que cuentan con apoyo de INDAP y de PROLOA.
		3) Capacidad de resolución de conflictos	Las OUAs constituidas tienen capacidad de resolución de conflictos ya que cuentan con sus estatutos, aunque las directivas no están actualizadas, lo que no les permite postular a proyectos CNR. Por otro lado, ocurre que experiencias exitosas no son internalizadas por los grupos más antiguos de las comunidades.
		4) Inclusión	La inclusión es positiva en todas las comunidades, sobre todo intentan atraer a las poblaciones jóvenes y a las familias para que no abandonen a los poblados.

Eje Temático	Ítem	Descriptor / Indicadores	Diagnóstico
Gestión Institucional	Institucionalidad Pública	1) Presencia de las instituciones en el territorio	La mayor presencia en este territorio está representada por el INDAP, que recientemente firmó una nueva alianza estratégica con PRO LOA a través de PDTI beneficiando a 273 agricultores de Ollagüe (que ya tenía PDTI), Caspana, Toconce, Ayquina - Turi, Paniri y Taira. Además, las comunidades están dentro del ADI, por lo que cuentan con apoyo permanente de CONADI.
		2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego	El fomento al riego es entregado principalmente por los programas de riego de INDAP. Existe bajo nivel de fomento de CNR, se han implementado solamente 3 proyectos.
		3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	Este territorio ha sido beneficiario de proyectos de Innovación, Capacitación y fomento desde las instituciones públicas y también con aportes de privados. Han intervenido la CNR, INDAP, CONADI, FIA, PDTI, PRO LOA, entre otros, buscando potenciar la productividad y mejorar el rendimiento de la quínoa y de las zanahorias para la producción de té.
	Implementación de Proyectos Públicos	1) Nivel de proyectos implementados en el territorio (obras de arte, equipamiento, capacitación, estudios básicos)	Entre los proyectos implementados en el territorio, se puede destacar el proyecto de revestimiento en Lasana, obra CNR, y proyectos desarrollados por DOH de Revestimiento, obras de distribución y la implementación de unidades de control en varios canales en Chiu Chiu y Lasana. Además de infraestructura, la zona ha sido beneficiada por iniciativas técnicas de capacitación para mejorar el desarrollo agrícola, principalmente de INDAP, FIA y MINAGRI.
		2) Participación de usuarios en proyectos de riego	La participación en la Ley de Fomento al riego 18.450 es baja. De acuerdo a información CNR, los únicos proyectos ejecutados en la zona es el Acueducto en Caspana y el revestimiento de canal Ramírez. Los usuarios tienen mayor familiarización con programas de fomento de INDAP y los programas de subsidio de CONADI.
I + D + i	Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego	1) Iniciativas de investigación	Recientemente se ha realizado una capacitación a agricultores de este territorio, que trató sobre el manejo de plagas y enfermedades en agricultura y ganadería agroecológica. Anteriormente, con apoyo INDAP, se realizó investigación sobre productividad y rendimiento de la quínoa en Chiu Chiu y sobre medidas para combatir el hongo en la zanahoria.
		2) Iniciativas de transferencia tecnológica	La transferencia es realizada a través del INDAP, que realiza asesoría permanente en las comunidades de Chiu Chiu, Lasana, Caspana y Ayquina. En 2012, Ollagüe fue beneficiado con el programa PDTI de INDAP, cuyo objetivo primero es la asesoría técnica a los agricultores. Recientemente, se ha firmado un convenio con PRO LOA para expandir el impacto que esta organización tuvo en Ollagüe.
		3) Capacidad de adoptar cambios	Existe alta capacidad y disposición de adoptar cambios, siempre y cuando se considere la tradición indígena y el contexto de desarrollo local. Existen grandes oportunidades para la implementación tecnológica, ya que los agricultores tienen motivación para el desarrollo de su agricultura.

Fuente: Elaboración propia.

3.11.3 Sistematización de la Información Zona 3

Eje Temático	Ítem	Descriptor / Indicadores	Diagnóstico
Infraestructura de Riego	Seguridad de Riego	1) Capacidad de regulación de la cuenca	La zona compuesta por los agricultores de Calama y Quillagua se encuentra ubicada en la sección media y final de la cuenca del río Loa, que es regulada por el embalse Conchi. Las extracciones desde el Conchi son permanentemente fiscalizadas por el programa de la DGA. A pesar de lo anterior, los agricultores manifiestan que no hay control sobre las extracciones, causando que el río llegue sin agua a Calama y Quillagua. El río Salado, afluente del Loa, no está regulado de manera natural.
		2) Variabilidad hidrológica	De acuerdo a las estaciones de monitoreo río Loa en Finca y río Loa antes zona agrícola Quillagua, el caudal medio mensual entre los meses de mayo a septiembre es de 0,63 l/s y 0,78 l/s en cada estación. Para los meses de octubre a abril, el promedio es 0,57 l/s en Finca y 0,23 l/s en la zona de Quillagua. Para la estación Quillagua, el último registro de caudal fue medido en enero de 2012. Los agricultores manifiestan que existe déficit de recursos en el verano.
		3) Calidad de aguas	La calidad de las aguas medida en las estaciones de monitoreo DGA, indican niveles de arsénico y Boro que sobrepasan la norma de riego. En río Loa antes junta río Salado, se midió un nivel máximo de arsénico de 1,1 mg/l y 17,4 mg/l de boro. En río Loa en Zona agrícola Quillagua, las máximas concentraciones medidas son de 6,7 mg/l de arsénico y 117,5 mg/l de boro. Los agricultores indican que, además, el agua de canales es contaminado por basuras.
		4) Participación de distintas fuentes para el riego	La fuente de agua para riego proviene desde el curso superficial del río Loa, en las secciones media y baja de la cuenca. El caudal medio anual concedido para riego en este territorio, alcanza los 143,6 l/s, todos en la comuna de Calama y ninguno en María Elena.
	Superficie Regada	1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción. Uso de ERNC	Existe un alto nivel de desarrollo de la infraestructura de conducción, en efecto se ha implementado un total de 72,6 km lineales de obras de conducción. Las obras más importantes corresponden a los canales N1 y N2 de Quillagua y a los canales Chunchuri Alto, Yalquincha y Coco la Villa en Calama. La red combina canales muy antiguos, con canales revestidos más recientes. También son relevantes los canales Topater, Berna y Chunchuri Antiguo. La mayoría de los canales extraprediales visitados en terreno están revestidos por concreto, mientras que los intraprediales son de tierra.
		2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación	Los mayores sistemas de acumulación son el tranque Sloman y el Santa Fe, los cuales están actualmente fuera de operación. No se ha implementado el uso de infraestructura de acumulación individual o comunitaria.
		3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	De acuerdo a lo registrado por ODEPA en 2007, en Calama el sistema de riego de mayor uso es el riego tradicional por tendido, mientras que en Quillagua el riego es por surco. De acuerdo a CNR, en Calama se ha bonificado un total de 2.473 ha de proyectos de riego tecnificado. Según lo informado por DOH, se ha implementado obras de distribución en canales Chañar-Berna y Coco La Villa.

Eje Temático	Ítem	Descriptorios / Indicadores	Diagnóstico
			Usuarios indican que las compuertas están en mal estado, que se trancan y oxidan, pero que ha habido casos exitosos en Calama.
		4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada	La disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada disminuye debido al crecimiento del área urbanizada de Calama. En efecto, entre 1997 y 2007, Calama perdió 380 ha de superficie regada. Según ODEPA 2007, se riegan cerca de 180 ha. Se debe considerar que, junto con el crecimiento de la zona urbana, se ha constatado que hay abandono de la actividad agrícola hacia la minería.
	Monitoreo de Recursos Hídricos	1) Infraestructura para el monitoreo de recursos en cuanto a calidad y cantidad	El monitoreo de recursos hídricos es realizado por la DGA. En esta zona, se cuenta con 10 estaciones de monitoreo caudal actualmente vigentes. Estas permiten el control del caudal del río Loa en las secciones media y baja de la cuenca. Antiguamente había estaciones de monitoreo en canales. La DGA tiene también instaladas 5 estaciones de monitoreo de calidad.
		2) Uso de sistemas de información en línea para el monitoreo	Existen redes de información en línea de la DGA y del MINAGRI (AGROMET). Ambas están disponibles vía web. Los canales no cuentan con sistemas de información para el monitoreo.
Productividad Agrícola	Cultivos y Tecnificación	1) Cultivos actuales y potenciales	Los cultivos actuales que ocupan mayor porción en el territorio, son el maíz y la alfalfa. Además, ha habido experiencias exitosas de producción de lechugas con hidroponía en Calama, luego de estudios realizados por Fundación Chile en el programa Oasis Lomas Sustentable, CM Lomas Bayas. En Quillagua, la actividad está marcada por el cultivo de lechugas en invernadero.
		2) Capacidad del territorio	La capacidad del territorio baja y no está siendo utilizada en su máximo potencial. Se ha constatado que hay 800 ha cultivables, porque se ha permitido la construcción de parcelas de agrado en el oasis.
		3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	De acuerdo a ODEPA la superficie cultivada por los agricultores en Calama y Quillagua es regada mayormente mediante riego gravitacional, por tendido en Calama y por surco en Quillagua. Según la información de CNR, en esta zona se ha implementado solamente 2 proyectos que implican obras de tecnificación. En la zona de Quillagua, se destaca la producción mediante hidroponía en invernadero preparado para operar bajo condiciones extremas y de alta radiación.
	Prácticas Productivas y Medio Ambiente	1) Buenas prácticas en la producción agrícola	La actividad agrícola es de carácter familiar, no se identificado grandes producciones. Recientemente, una iniciativa CNR ha permitido la introducción de desarrollo agrícola con tratamiento de aguas y tecnificación, iniciativa exitosa que debiera difundirse y replicarse en el territorio.
		2) Pasivos ambientales	La zona agrícola de Calama se encuentra próxima al yacimiento de Chuquicamata, la que, derivado de sus procesos, genera polvo en suspensión visible durante el día. La zona de Quillagua, Codelco y SQM han generado la crisis de la agricultura debido al desecamiento y contaminación del río Loa. En los últimos años, no se ha registrado caudal pasante por las estaciones de monitoreo.
		3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	La restricción ambiental a la actividad, está dada por la escasez y mala calidad del agua para riego.

Eje Temático	Ítem	Descriptor / Indicadores	Diagnóstico
Gestión de las OUs	Gestión Interna	1) Nivel de organización formal de las OUs	En esta zona del territorio se combina la organización entre comunidades indígenas y organizaciones de usuarios de agua. Se ha constatado la presencia de 3 comunidades indígenas: Sumac Lajta, La Banda y Kamac Mayu, Hijos de Yalquincha: y diversas asociaciones indígenas, entre las que destaca Likan Tatay, Yalir, Likan Antay y Lay Lay, entre otros. Entre las Organizaciones de usuarios de agua, se ha constatado que existen 19 comunidades de agua, 2 en Quillagua 7 el resto en Calama. Entre ellas se puede mencionar Canal Yalquincha, Coco la Villa y sus ramales, Chañar, Tronco, Topater, Lay Lay, Núñez, Chunchuri Bajo, La Prensa, Bocatoma Dupont y Quillagua 1 y 2. En Calama, los agricultores están agrupados en la ASAC, quien los coordina y administra con una directiva actualizada.
		2) Nivel de capacitación de celadores y directivos	Los directivos y celadores de las comunidades no están capacitados para supervisar el estatuto que rige las organizaciones. Hay entregas de agua no autorizadas y extracciones de regantes no usuarios de la comunidad. Se ha constatado en talleres que están situación es de conocimiento de los usuarios, quien está divididos en torno a la aprobación de estos hechos. Los usuarios también declaran que hay comuneros que han vendido sus derechos, siguen regando con autorización del celador.
		3) Estado legal de los derechos de aprovechamiento	Las comunidades de agua cuentan con derechos concedidos, pero sus registros no están actualizados en el CBR. Se han realizado transferencias y mutaciones cuyos registros cuentan con errores y omisiones. Algunos derechos han sido comprados por compañías mineras. Las comunidades indígenas no cuentan con derechos de aguas.
	Capital Social	1) Capacidad de liderazgo y motivación de grupos	La motivación interna de los grupos es positiva, aunque existe entre ellos una gran sensación de impotencia por la pérdida del agua. Están dispuestos a reunirse y trabajar, pero el principal inconveniente es que no ven soluciones para la falta de agua, al contrario, observan que la situación empeora con el tiempo y las instituciones no evitan el desecamiento del río Loa.
		2) Capacidad de propuesta	Los agricultores tienen baja capacidad de propuesta a proyectos de la Ley de Fomento, principalmente por las exigencias de la ley y por la poca capacidad de realizar aportes propios.
		3) Capacidad de resolución de conflictos	Las OUs no tienen capacidad de resolución de conflictos. Se ha advertido el reparto irregular de las aguas, el cual no ha sido subsanado por las directivas.
		4) Inclusión	En las organizaciones se incluye a hombres, mujeres y jóvenes, también en las comunidades.
Gestión Institucional	Institucionalidad Pública	1) Presencia de las instituciones en el territorio	Las instituciones con mayor presencia en este territorio son CONADI e INDAP, quienes ejecutan la mayor cantidad de proyectos de fomento al riego y entregan asesoría permanente a los agricultores. Recientemente, CNR ha ejecutado un proyecto exitoso que podría levantar la presencia de esta institución. Finalmente, PRO LOA comenzará sus trabajos en el territorio luego del reciente convenio con INDAP. Dentro de las instituciones criticadas está la DGA, a quienes los agricultores establecen como responsable de la mala gestión de los recursos, lo que estaría causando su déficit hídrico.

Eje Temático	Ítem	Descriptorios / Indicadores	Diagnóstico
		2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego	El fomento de CNR es bajo, sólo se han ejecutado 2 iniciativas. En Calama existe un caso reciente y ha demostrado su éxito, pero no se han ejecutado más programas. CONADI ha realizado mayor apoyo en la comuna, beneficiando a 543 familias en Calama y 10 en María Elena. Por su parte, INDAP participa con su programa de riego, el que recientemente ha invertido 88 millones en Likan Tatay.
		3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	Aunque el esfuerzo de la institución es alto, el impacto de los proyectos implementados no se ha visto reflejado en el aumento de la actividad agrícola. En reuniones participativas se advierte que la problemática principal es la falta de agua y que mientras esta persista, los proyectos ejecutados no tendrán mayor impacto. Además, no hay continuidad, seguimiento y evaluación de resultados.
	Implementación de Proyectos Públicos	1) Nivel de proyectos implementados en el territorio (obras de arte, equipamiento, capacitación, estudios básicos)	Los proyectos implementados en Quillagua han sido con el apoyo de CONADI sobre la habilitación y extracción desde Pozo Subterráneo. En Calama, esta institución ha implementado construcción, mejoramiento y revestimiento de canales principalmente intraprediales y secundarios. La DOH también ha intervenido este sector, realizando proyectos de mejoramiento de la infraestructura de riego tales como revestimiento de canales, obras de distribución y unidades de control en varios canales. Todos ellos corresponden a la comuna de Calama. CNR ha ejecutado proyecto de sistema de abatimiento de boro, construcción de estanque de regulación e instalación de sistema de riego por goteo. Finalmente, MINAGRI encabezó la Comisión de Suelos, que surgió a raíz de las denuncias por mal uso de terrenos agrícolas, comprobando la presencia de construcciones sin aprobación municipal.
		2) Participación de usuarios en proyectos de riego	La participación de los usuarios en los concursos de la Ley de Riego es baja. De acuerdo a la información provista por CNR, para la comuna de Calama sólo se han postulado 15 proyectos entre 2005 y 2014. De éstos, 8 han sido seleccionados por una inversión total de 130 mil UF (sólo 2 en esta zona). En talleres, se ha manifestado la falta de consultores de riego en la región y la alta exigencia para acceder a beneficios CNR. Como se ha indicado, la mayor parte del fomento es realizada por CONADI.
	I + D + i	Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego	1) Iniciativas de investigación
2) Iniciativas de transferencia tecnológica			Recientemente se ha realizado una jornada de capacitación en agroecología y diversidad, en las cual se entregó nociones en ambas materias finalizando la jornada con la construcción de un deshidratador solar, realizado por PRO LOA y PRODESAL, con el apoyo de la Universidad de Santiago. Calama también es parte de la alianza estratégica de INDAP y PRO LOA, para mejorar las labores de fomento y asesoría técnica de los agricultores.
3) Capacidad de adoptar cambios			En este territorio, los agricultores tienen mayor nivel educacional que en otras zonas. Tienen mayor capacidad para introducir y adoptar cambios, aunque advierten no tener la capacidad económica para introducir nuevos proyectos.

Fuente: Elaboración propia.

3.11.4 Sistematización de la Información Zona 4

Eje Temático	Ítem	Descriptor / Indicadores	Diagnóstico
Infraestructura de Riego	Seguridad de Riego	1) Capacidad de regulación de la cuenca	<p>El control de extracciones es aplicado a agua subterránea y no superficial. La información del titular es entregada por la DGA a través de página web.</p> <p>Recientemente, se ha declarado oficialmente agotado el acuífero del río San Pedro.</p> <p>La zona cuenta con dos tranques de regulación, Guachar y Solor, los cuales están operativos con requerimiento de mantenimiento y limpieza. Su capacidad actual es de 55.000 m³ y 11.000 m³, respectivamente.</p> <p>Durante el año 2013, se llevó a cabo un estudio CNR en el cual se planteó la idea de un embalse multipropósito, el cual fue rechazado por la comunidad. Es necesario implementar instancias de información hacia la comunidad, como por ejemplo difundir la declaración del agotamiento del acuífero del río San Pedro.</p>
		2) Variabilidad hidrológica	<p>Las estaciones fluviométricas de la DGA indican que la disponibilidad de caudal es de 1,10 m³/s entre los meses de mayo a septiembre y de 0,67 m³/s de octubre a abril en estación San Pedro en Cuchabrache.</p> <p>En estación canal Vilama, entre los meses de mayo y septiembre el caudal promedio es de 0,1 m³/s, y entre octubre y abril el caudal medio alcanza también 0,1 m³/s. La disponibilidad de agua existe en invierno, pero es limitada en época estival.</p>
		3) Calidad de aguas	<p>Las estaciones de calidad de la DGA indican valores promedio de 0,5 mg/l de arsénico, 6 mg/l de boro y una CE de entre 2.600 y 3.000 μmhos/cm³ el contenido de arsénico, boro y Conductividad Eléctrica es alto para algunos cultivos (principalmente en hortalizas). Hay contaminación de canales recubiertos por el paso de vehículos y por la caída de basuras.</p>
		4) Participación de distintas fuentes para el riego	<p>Del total de derechos concedidos para uso en riego en la zona, todos provienen desde fuentes superficiales. El caudal promedio anual concedido para riego es de 1.378 l/s. No hay derechos concedidos desde aguas subterráneas.</p>
	Superficie Regada	1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción. Uso de ERNC	<p>En esta zona se ha identificado un total de 119,8 km lineales de canales para riego. El canal San Pedro es el canal matriz que conduce las aguas desde el tranque Guachar hacia los Ayllu. Está construido de hormigón armado con una capacidad máxima de 1,4 m³/s. En general los canales se encuentran en buen estado, algunos en mampostería y algunos revestidos.</p> <p>Además del sistema del San Pedro, en esta zona destaca el Canal Vilama, con 14,9 km de extensión desde el río del mismo nombre. Este canal se encuentra revestido y en regular estado.</p> <p>A pesar de las inversiones ejecutadas no se han generado las instancias de verificación por parte de los usuarios, pues persisten los reclamos, sobre todo en el ámbito de la canalización. De acuerdo a lo informado por representantes de las instituciones, la mayoría de los canales intraprediales son de tierra sin revestimiento.</p>

Eje Temático	Ítem	Descriptorios / Indicadores	Diagnóstico
			A través del instrumento Programa Puri Beter desde el año 2008 al 2012, se han presentado 2 iniciativas a nivel comunitario y 30 iniciativas a nivel individual para construcción de canales intraprediales.
		2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación	Los sistemas de acumulación corresponden a Guachar y Solor, que son tranques de regulación. Ambos se mantienen operativos, aunque requieren de un programa de mantención. Los dos han sido ejecutados por CNR. A través del instrumento Puri Beter de CONADI, se ha ejecutado proyecto de estanque acumulación nocturna, en Ayllu de Solor y algunos proyectos a nivel individual (en distintos Ayllu). A través de la CNR se ha ejecutado la construcción de estanque para el sector de Quito. CONADI ha construido estanques de acumulación de agua en sectores como Machuca, Soncor, Solor, Matancilla y algunos estanques a particulares.
		3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	Las compuertas se mantienen en buen estado y tienen buen mantenimiento. La compuerta al canal matriz San Pedro son de acero con volante manual. La distribución se realiza por 4 marcos partidores que llevan compuertas en sus derivados. La distribución del agua a los regantes es por turnos, dividiendo a los usuarios en 7 grupos. Los turnos son bastante espaciados (22-30 días), entregándose 2 horas de agua por ha a los predios que riegan del San Pedro, y 4 horas por ha a los que riegan desde el Vilama. Hace falta la difusión de la información en la comunidad, según institución que corresponda. CONADI a través del instrumento Puri Beter instaló compuertas de canal matriz en Rio Grande y unidades de control en la Quebrada del mismo nombre. Según información recopilada en terreno, algunas compuertas han sido dañadas por fatiga de material y en algunos casos por anegamiento producto de lluvias estivales. Además, CONADI ha implementado un sistema de bombeo fotovoltaico para riego por goteo en proyecto de tipo familiar en San Pedro de Atacama.
		4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada	De acuerdo a los antecedentes entregados por el Censo Agropecuario, la superficie agropecuaria total de la comuna de San Pedro de Atacama alcanza las 230.000 ha, de las cuales solo 1.690 ha corresponden a suelos cultivados. Según la misma fuente, 1.467 ha son superficie regada, principalmente con riego por tendido. Según información recopilada en talleres del programa Plan de Riego, existe la preocupación por parte de los productores agrícolas, por la presión de hoteles y el turismo en desmedro de las actividades agropecuarias.
	Monitoreo de Recursos Hídricos	1) Infraestructura para el monitoreo de recursos en cuanto a calidad y cantidad	La infraestructura de monitoreo en la región es gestionada y administrada por la DGA. Para el monitoreo de calidad, actualmente hay 2 estaciones vigentes y 2 estaciones suspendidas. Todas ellas se ubican espacialmente, aguas arriba de la zona de desarrollo agrícola, por lo que permiten analizar la calidad de agua que entra al sistema de riego, pero no la que sale de él. Las estaciones de caudal tienen la misma posición que las de calidad, teniendo 2 activas y 1 no vigente. Al igual que la calidad, el caudal es controlado en la entrada al sistema de riego y del área poblada. No hay control de caudal y calidad del agua que sale.

Eje Temático	Ítem	Descriptorios / Indicadores	Diagnóstico
		2) Uso de sistemas de información en línea para el monitoreo	Existen redes de información en línea de la DGA y del MINAGRI (AGROMET). Ambas están disponibles vía web.
Productividad Agrícola	Cultivos y Tecnificación	1) Cultivos actuales y potenciales	De acuerdo a lo informado por el Censo Agropecuario de 2007, los cultivos principales en la comuna de San Pedro son las plantas forrajeras, los frutales y las hortalizas. Según estudio CNR 2014, los cultivos que ocupan mayor superficie son alfalfa y maíz choclo, seguido de huertos frutales. Según el mismo documento, podría ampliarse a zapallo italiano, vid y tomate.
		2) Capacidad del territorio	En general, los suelos presentan buenas características para cultivos agrícolas, siendo la salinidad la limitación más importante. A pesar de ello, son suelos aptos para la adaptabilidad de especies hortícolas importantes. Según estudio CNR 2014, la zona cuenta con alto potencial para la explotación agropecuaria, ya que el 97% de la superficie tiene capacidad de uso igual o menor a IV, lo que confiere la condición de suelos regables para uso agrícola. Además de las características de suelo, la variabilidad de las condiciones climáticas afecta al establecimiento de cultivos al aire libre, sobre todo en invierno.
		3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	El nivel de tecnificación actual está dado por proyectos de riego tecnificado implementados por CNR, INDAP y CONADI. No se han identificado explotaciones agrícolas de mayor escala. Se ha beneficiado la instalación de riego por goteo para 1,2 ha de vides en el sector de Quitar.
	Prácticas Productivas y Medio Ambiente	1) Buenas prácticas en la producción agrícola	Las explotaciones agrícolas en el territorio son pequeñas, de agricultura familiar. No existen producciones agrícolas de envergadura. A pesar de ello, se ha identificado el uso de ERNC para la producción agrícola en el sector de Río Grande.
		2) Pasivos ambientales	Existe riesgo de pasivos mineros presentes (minerías cerradas) en el caso de fuertes lluvias por el arrastre de sustancias químicas a la cuenca de los ríos, además de problemas por vientos que podrían arrastrar material particulado (información recopilada en Talleres Plan de Riego).
		3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	Como se ha mencionado, las restricciones ambientales están dadas por la calidad del agua y por la presencia de sales en el suelo. La calidad del agua utilizada en riego es deficiente, sobre todo con ocasión de crecidas que diluyen sales de suelos cercanos a las riberas de los cauces. Esto se da especialmente en el río Salado, que luego de la confluencia con el río Grande dan origen al río San Pedro.
Gestión de las OUAs	Gestión Interna	1) Nivel de organización formal de las OUAs	La forma de organización en este territorio corresponde a las comunidades indígenas y asociaciones de regantes. Estas son quienes administran, gestionan y distribuyen internamente el recurso hídrico. Las comunidades presentes en esta zona son las asociaciones atacameñas de regantes y agricultores de río Vilama y las comunidades atacameñas de Solor, y Río Grande y otros.
		2) Nivel de capacitación de celadores y directivos	La comunidad no cuenta con capacitación técnica y legal para la gestión interna y acciones legales externas.

Eje Temático	Ítem	Descriptor / Indicadores	Diagnóstico
		3) Estado legal de los derechos de aprovechamiento	Los derechos de aprovechamiento están regularizados e inscritos a nombre de las comunidades indígenas. En este territorio, los derechos inscritos por las comunidades son los siguientes: Asociación Atacameña Regantes y Agricultores Río Vilama= 221 l/s. Asociación Atacameña Regantes y Agricultores Soncor= 12,3 l/s. Comunidad Atacameña de Río Grande=1.157 l/s. Comunidad Atacameña de Solor = 1,5 l/s.
	Capital Social	1) Capacidad de liderazgo y motivación de grupos	El liderazgo y motivación de los grupos está dado por el empoderamiento de las comunidades indígenas y sus líderes. Los grupos de regantes y comunidades atacameñas comunidades se organizan en torno a sus dirigentes y al Consejo Pueblos Atacameños. Se desarrolla la Asociación de Productores del Río San Pedro, con 800 socios y la Asociación de Productores del Río Vilama, con 70 socios. En talleres del Plan de riego se ha visualizado y manifestado abiertamente la baja motivación para el desarrollo de estudios sin iniciativas concretas.
		2) Capacidad de propuesta	Los grupos tienen la capacidad propuesta para proyectos e iniciativas, pero requieren los sistemas de formulación de iniciativas, las fechas y plazos clave, y la oferta de consultores en la región.
		3) Capacidad de resolución de conflictos	Existen rencillas internas por dos causas: las actividades propias de los comuneros, ya que quienes se dedican al turismo están disgregados de los agricultores por que utilizan el agua comunitaria para negocio personal; y la postura ante la ejecución de proyectos de regulación.
		4) Inclusión	Según los datos del Programa PRODESAL de San Pedro de Atacama, la proporción entre usuarios mujeres y hombres, corresponde del 55 % del género femenino y 45 del género masculino.
Gestión Institucional	Institucionalidad Pública	1) Presencia de las instituciones en el territorio	CONADI es la institución que mayor intervención ha generado en el sector con alrededor de 190 iniciativas ejecutadas y con el apoyo constante que ejerce a los pueblos originarios. Además, hay presencia de INDAP y CNR, que han intervenido en la implementación de proyecto de tranques, canalización y riego tecnificado. Los usuarios perciben que la presencia de las instituciones es descoordinada, se traslapan agendas y horarios de reuniones y actividades.
		2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego	Desde el año 1993 al año 2015 se han ejecutado 92 iniciativas de CNR en este territorio, relacionadas con riego tecnificado y canalización. No obstante, persisten las demandas de los agricultores, exigiendo hechos concretos reflejados en obras de inversión.
		3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	Los proyectos implementados han tenido impacto en el momento en que se desarrollaron. Actualmente, existe una alta demanda de obras de arte, tanto de los sistemas de canales como de protección de las crecidas de los ríos, debido al impacto que generan los aluviones sobretodo en periodos estivales. Los agricultores no están dispuestos a nuevos estudios o consultorías, quieren obras concretas en sus comunidades.
	Implementación de Proyectos Públicos	1) Nivel de proyectos implementados en el territorio (obras de arte, equipamiento,	El nivel de proyectos es variable, desde tranques de acumulación a canalización y riego tecnificado. Éstos han sido financiados por las instituciones CONADI y CNR. Entre otros se menciona el Programa Puri Beter, el estudio CNR en río San Pedro, la ejecución de los tranques Guachar y Solor y los proyectos acogidos a la Ley de Fomento.

Eje Temático	Ítem	Descriptorios / Indicadores	Diagnóstico
		capacitación, estudios básicos)	
		2) Participación de usuarios en proyectos de riego	Sólo algunas comunidades cuentan con recursos para postular a proyectos de riego CNR, ya que el pequeño agricultor no tiene la capacidad de realizar aporte propio. Sin embargo, a través de alianza con CONADI, se ha ido subsanando la problemática para mejorar el acceso a los concursos.
I + D + i	Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego	1) Iniciativas de investigación	En el territorio no se han desarrollado iniciativas de investigación de mayor impacto y envergadura. Se han ejecutado actividades puntuales como talleres informativos y pasantías internacionales a conocer experiencias exitosas. Existe la demanda de iniciativas focalizadas en los grupos de regantes.
		2) Iniciativas de transferencia tecnológica	El municipio a través del Programa de Desarrollo Local (PRODESAL) ejecuta asistencia técnica a los agricultores de San Pedro de Atacama, apoyando a 238 agricultores, destacando algunas actividades como giras tecnológicas y la adquisición de herramientas productivas.
		3) Capacidad de adoptar cambios	Existen algunas iniciativas impulsadas por el programa de desarrollo local (PRODESAL), como por ejemplo la producción orgánica y la captura de aguas lluvias, experiencias adquiridas en gira técnica el año 2012 al sur del país. Asimismo, el Liceo Agrícola de San Pedro de Atacama ha implementado iniciativas relacionadas, tales pasantías a sus alumnos a Argentina a conocer nuevas técnicas en la producción de quínoa y procesos de agroindustria.

Fuente: Elaboración propia.

3.11.5 Sistematización de la Información Zona 5

Eje Temático	Ítem	Descriptorios / Indicadores	Diagnóstico
Infraestructura de Riego	Seguridad de Riego	1) Capacidad de regulación	En este territorio la necesidad hídrica para riego es satisfecha desde el suministro de agua potable mediante convenio con las asociaciones productivas. Por otro lado, la cuenca no cuenta con condiciones naturales de regulación.
		2) Variabilidad hidrológica	A pesar de que las condiciones de caudal no afectan a la zona, existe la inquietud en caso de algún evento catastrófico, el asignada para la producción agrícola, deje de estar disponible.
		3) Calidad de aguas	El agua para riego es Agua Potable, que es agua desalinizada y transportada desde la casa hacia el predio. El Hueso es la única asociación que tiene agua proveniente pozos, que es salobre. Cuentan con una planta de tratamiento que no está operativa actualmente. En los talleres participativos, los agricultores han mencionado que la calidad de agua es regular.
		4) Participación de distintas fuentes para el riego	El agua es suministrada por Aguas Antofagasta. Mediante camiones aljibe, los agricultores llevan el agua hacia los predios. Las organizaciones costean los camiones con un costo de \$35.000 por 5m ³ lo cual encarece los costos de producción.

Eje Temático	Ítem	Descriptorios / Indicadores	Diagnóstico
	Superficie Regada	1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción. Uso de ERNC	La mayor obra en el territorio es el tendido de un acueducto de 17 km desde un pozo profundo perteneciente a la Asociación El Hueso. No se han implementado infraestructuras de captación ni conducción. En los talleres participativos, la comunidad expresa la necesidad de disponer una tubería con agua en los predios, para poder regar directamente los sistemas productivos.
		2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación	INDAP a través del programa de riego asociativo, ha implementado estanques de acumulación con revestimiento de lámina HDPE para sector El Hueso.
		3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	Se ha implementado riego por goteo de baja presión, directo desde el estanque. En la asociación El Hueso, 12 socios han implementado riego tecnificado con energía solar. La comunidad solicita mejorar la capacidad de distribución de las unidades de bombeo.
		4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada	No hay disponibilidad para ampliar la superficie, actualmente tienen la superficie en Comodato con Bienes Nacionales (BBNN). No cuentan con disponibilidad hídrica para ampliar la superficie. Se manifiesta la posibilidad de que la empresa sanitaria disponga mayor caudal de agua para riego (idealmente una red conectada a los predios).
	Monitoreo de Recursos Hídricos	1) Infraestructura para el monitoreo de recursos en cuanto a calidad y cantidad	En esta cuenca no hay estaciones monitoreo de recursos hídricos.
		2) Uso de sistemas de información en línea para el monitoreo	No se ha implementado sistemas de información en línea, debido a que estos sistemas son utilizados para medir caudales de afluentes de agua superficial.
Productividad Agrícola	Cultivos y Tecnificación	1) Cultivos actuales y potenciales	El principal cultivo del territorio es de olivos, para la producción de aceite de oliva. También se identifican algunos frutales, hortalizas e hidroponía.
		2) Capacidad del territorio	El territorio es limitado para la ampliación de la superficie agrícola, ya que no cuentan con la regularización de la tenencia de tierras y de la extracción de aguas para riego.
		3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	El territorio está limitado para la instalación de sistemas de riego, por la energización, para la utilización de unidades de bombeo. No obstante, se ha implementado un sistema de riego por goteo de baja presión.
	Prácticas Productivas y Medio Ambiente	1) Buenas prácticas en la producción agrícola	La zona destaca por los avances en el cultivo de olivos para producción de Aceite. En 2014, la asociación de El Hueso recibió una planta de procesamiento de aceites de aceites. A través de INDAP, los agricultores han recibido herramientas y materiales para el desarrollo agrícola en zona desértica.
		2) Pasivos ambientales	Presencia de pasivos mineros que podrían contaminar los suelos. Empresa ENAMI se encuentra en El Hueso. El material particulado es uno de los efectos directos asociados a los PAM, los cuales podrían generar contaminación en los cultivos. Uso de superficie para almacenamiento de algas sin medidas de aislación de materiales, las que podrían generar aumento de sales en los cultivos por efecto del viento.

Eje Temático	Ítem	Descriptor / Indicadores	Diagnóstico
		3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	La restricción ambiental es la baja disponibilidad de agua y la contaminación. Se hace necesario buscar alternativas para mejorar la disponibilidad de agua para riego.
Gestión de las OUs	Gestión Interna	1) Nivel de organización formal de las OUs	La forma de organización es de Asociaciones Agrícolas y existen 3 en el territorio: Los Loros, La Cachina y el Hueso (asociación sin fines de lucro). No se ha identificado OUs.
		2) Nivel de capacitación de celadores y directivos	Los directivos cuentan con el apoyo permanente de PRODESAL de INDAP, quienes ejercen un apoyo permanente en las iniciativas ejecutadas por las asociaciones. Este apoyo les permite tener mayor capacidad en la gestión interna.
		3) Estado legal de los derechos de aprovechamiento	No cuentan con derechos de aprovechamiento.
	Capital Social	1) Capacidad de liderazgo y motivación de grupos	La motivación de los grupos está dada por la directiva de las organizaciones y por el apoyo de PRODESAL.
		2) Capacidad de propuesta	Cuentan con apoyo técnico de PRODESAL- INDAP. Son asesorados por el SAG en el uso de plaguicidas. La CONAF entregó 1.500 árboles frutales y ornamentales para mejorar las condiciones de sustentabilidad del proyecto.
		3) Capacidad de resolución de conflictos	En las actividades realizadas, se han detectado conflictos externos a las asociaciones, derivados principalmente de la presencia de guireros cercanos a los predios.
		4) Inclusión	Se incluye a hombres y mujeres en la agricultura (35% hombres – 65% mujeres). Además, hay poco interés de jóvenes por el desarrollo de la agricultura.
Gestión Institucional	Institucionalidad Pública	1) Presencia de las instituciones en el territorio	Los agricultores cuentan con la asesoría técnica del PRODESAL de INDAP (en convenio con la Municipalidad de Taltal). Bienes Nacionales no ha facilitado la regulación de terrenos (Pérdida de documentos, cambio de autoridades).
		2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego	Han tenido acceso al fomento a proyectos de riego intraprediales (12 socios beneficiarios por INDAP). 100 usuarios de PRODESAL. Hay más agricultores en la comuna, pero no cumplen con el perfil del programa. No existen agricultores con calidad de Indígena, por consiguiente, CONADI no posee representatividad en el sector.
		3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	Se ha implementado proyectos de Riego presurizado de baja presión, en el cual se ha beneficiado a 12 usuarios de la comuna. Los proyectos se denominaron “Riego Tecnificado en Frutales con uso de Energía Fotovoltaica”.
	Implementación de Proyectos Públicos	1) Nivel de proyectos implementados en el territorio (obras de arte, equipamiento, capacitación, estudios básicos)	El mayor proyecto implementado es el Programa PRODESAL de INDAP en la comuna de Taltal. Los agricultores no son usuarios de CONADI y tampoco de CNR, por lo tanto, no postulan a estos programas de beneficios. No cuentan con acceso a otra tipología de programas de fomento.

Eje Temático	Ítem	Descriptorios / Indicadores	Diagnóstico
		2) Participación de usuarios en proyectos de riego	Usuarios no participan de proyectos de riego, por las limitaciones de tenencia de agua y suelos por parte de los agricultores.
I + D + i	Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego	1) Iniciativas de investigación	No se ha desarrollado iniciativas de investigación. Se ha constatado la necesidad de iniciativas de maximización de las producciones agrícolas: suelo, plagas, aguas.
		2) Iniciativas de transferencia tecnológica	La transferencia tecnológica es brindada por el programa PRODESAL de INDAP, quienes se han especializado en brindar apoyo en la producción de olivos.
		3) Capacidad de adoptar cambios	Las organizaciones cuentan con la capacidad y necesidad de insertar mejoras e innovaciones en su producción.

Fuente: Elaboración propia.

3.11.6 Sistematización de la Información Zona 6

Eje Temático	Ítem	Descriptorios / Indicadores	Diagnóstico
Infraestructura de Riego	Seguridad de Riego	1) Capacidad de regulación de la cuenca	La zona no cuenta con capacidad de regulación natural. En este territorio, el agua para riego es agua potable, por lo que no responde directamente a la regulación de la cuenca.
		2) Variabilidad hidrológica	A pesar de que la variabilidad no afecta directamente el suministro de agua potable, los agricultores tienen la inquietud respecto de que no aceptan otras aguas para regar, para no perder la calidad de sus productos.
		3) Calidad de aguas	La calidad del agua para riego ha ido empeorando. La UA ha monitoreado el nivel de As en el agua potable, llegando a medir 0.035 ppm, tres veces el nivel permitido por la norma de agua potable. Además, se mezcla con la del río Loa, en la que también se ha medido arsénico. El agua desalada es de regular calidad para la agricultura. Tiene exceso de boro, de cloruros y sodio, que es dañino para los cultivos hidropónicos.
		4) Participación de distintas fuentes para el riego	El recurso hídrico para riego proviene del suministro de agua potable de la ciudad, que es un 60% agua desalada 40% de captaciones aguas arriba del Loa. Cada agricultor es provisto de 24 m ³ /mes/parcela (5.000 m ² /parcela). Según la información recopilada en los talleres, los socios requieren más agua para poder ampliar sus sistemas productivos.
	Superficie Regada	1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción. Uso de ERNC	En 2014, Komatsu financió la instalación de 800 metros de tubería desde los estanques de distribución que instaló la misma empresa. El riego con agua potable, permite reciclar el agua de las camas hidropónicas.

Eje Temático	Ítem	Descriptorios / Indicadores	Diagnóstico
		2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación	A través de la empresa Komatsu, se realizó una inversión que ascendió a los US\$650.000, que consistió en la instalación de 14 estanques de distribución de agua de 30 m ³ .
		3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	No existen obras de distribución extrapredial hacia las unidades productivas. Aguas de Antofagasta trae el agua hacia los estanques, y desde allí es distribuida a los predios por las cañerías instaladas. El costo del transporte del agua es asumido por los agricultores, incrementando los costos de producción.
		4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada	Actualmente se hace uso de la capacidad máxima de superficie actual, dónde el aprovechamiento máximo de cada predio depende de cada agricultor, según la disposición de los cultivos en las bandejas de producción.
	Monitoreo de Recursos Hídricos	1) Infraestructura para el monitoreo de recursos en cuanto a calidad y cantidad	No cuentan con infraestructura de monitoreo de cantidad y calidad. Se les entrega un suministro fijo y la calidad es la permitida para el consumo humano.
		2) Uso de sistemas de información en línea para el monitoreo	No cuentan con sistemas de monitoreo en línea, debido que estos sistemas son empleados para medir caudales de afluentes de agua superficial.
Productividad Agrícola	Cultivos y Tecnificación	1) Cultivos actuales y potenciales	El cultivo de invernadero y el clima costero permite la productividad durante todo el año. Los cultivos principales son las lechugas y hortalizas de hojas verdes en sistemas hidropónicos, pudiendo diversificar a hortalizas de hojas y fruto.
		2) Capacidad del territorio	La capacidad del territorio es limitada porque el territorio no es ampliable, ya que corresponde a terrenos concesionados por BBNN exclusivamente para uso hidropónico. Cuentan con 100 ha repartidas con 5.000 m ² de parcela por socio. Por otro lado, se encuentra naturalmente limitado por la falta de agua.
		3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	La tecnificación está dada por el uso de sistemas de invernadero y por las tecnologías que ello implica implementar.
	Prácticas Productivas y Medio Ambiente	1) Buenas prácticas en la producción agrícola	El riego con agua potable entrega una ventaja comparativa sobre otros productores regionales, entregándoles mayor valor agregado a sus productos. El uso de técnicas de hidroponía no tiene problemas de traspaso de contaminantes del suelo. Algunos productores desarrollan prácticas de higiene previa al ingreso al invernadero, pero no ha sido extensivo a toda la agrupación.
		2) Pasivos ambientales	En la comuna hay pasivos mineros ubicados aguas arriba del área urbana, los que podrían acarrear materiales en caso de eventos climáticos extraordinarios. Por otro lado, según los usuarios los PAM contaminan el suelo y por ende las aguas de la zona.

Eje Temático	Ítem	Descriptor / Indicadores	Diagnóstico
		3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	La restricción ambiental es la calidad del agua para el riego y la disponibilidad entregada, limitando la superficie cultivada.
Gestión de las OUs	Gestión Interna	1) Nivel de organización formal de las OUs	La forma de organización es mediante la Asociación de Agricultores de Altos La Portada, ASGRALPA que tiene una antigüedad de casi 10 años (noviembre 2006) y que organiza a 140 agricultores. Funcionan de manera organizada con una directiva que se renueva. No cuentan con regularizaciones de tierras ni de aguas. La asociación posee una concesión por parte de Bienes Nacionales a través de INDAP.
		2) Nivel de capacitación de celadores y directivos	Los directivos están perfectamente capacitados, pero no se cuenta con celadores.
		3) Estado legal de derechos de aprovechamiento	No cuentan con derechos de agua constituidos.
	Capital Social	1) Capacidad de liderazgo y motivación de grupos	La capacidad de liderazgo y motivación es asumida por la directiva cuyo objetivo es un desarrollo agrícola con ventajas competitivas entre los productores de la región.
		2) Capacidad de propuesta	Internamente han gestionado su trabajo en la hidroponía, con escaso apoyo técnico por parte de INDAP y mesas de trabajo con SEREMI de AGRICULTURA.
		3) Capacidad de resolución de conflictos	Cuentan con la capacidad para la resolución de conflictos.
		4) Inclusión	Se incluye a hombres y mujeres en la organización.
Gestión Institucional	Institucionalidad Pública	1) Presencia de las instituciones en el territorio	Apoyo gracias a iniciativas INDAP – PAE. SERCOTEC y CORFO. No cumplen con el perfil de beneficiarios de la Ley N°18.450 ni tampoco pertenecen a etnias indígenas, para poder acceder a iniciativas CONADI.
		2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego	El nivel de fomento está dado por INDAP y SERCOTEC. Además, el año 2015 fueron beneficiarios de un FIA de captura de conocimientos; y el año 2013 de un FIA en convenio con GORE y CEITSAZA.
		3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	El mayor impacto está dado por los convenios y apoyo técnicos que han recibido para destacar en la hidroponía regada con agua desalada. Otros proyectos realizados, como FIA con CEITSAZA no tuvo buena evaluación de los agricultores, ya que no existió la continuidad de apoyo técnico.
	Implementación de Proyectos Públicos	1) Nivel de proyectos implementados en el territorio (obras de arte, equipamiento, capacitación, estudios básicos)	Los proyectos implementados en el territorio han sido gestionados principalmente por empresas privadas, no por la institución pública. Esto se debe a aspectos técnicos y legales requeridos por bases de proyectos (tenencia de agua y tierra, calidad indígena de los beneficiarios).

Eje Temático	Ítem	Descriptorios / Indicadores	Diagnóstico
		2) Participación de usuarios en proyectos de riego	Los usuarios no participan de concursos de riego, ya que no cumplen con requisitos requeridos para postular.
I + D + i	Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego	1) Iniciativas de investigación	El año 2013, a través de proyecto FIA y CEITSAZA, la Universidad de Antofagasta y el Centro CICITEM, entregaron aporte técnico y científico a productores.
		2) Iniciativas de transferencia tecnológica	Cuentan con apoyo de INDAP y PRODESAL. El año 2015, CORFO inauguró el Nodo “Productores Agrícolas del Desierto de Atacama”, proyecto que dura 2 años.
		3) Capacidad de adoptar cambios	Cuentan con alta capacidad y necesidad de adoptar cambios para optimizar su producción, aun cuando los desafíos ambientales persisten.

Fuente: Elaboración propia.

3.11.7 Síntesis

En esta segunda etapa del estudio se ha desarrollado la elaboración de la línea base del Plan. En concreto, se ha levantado información sobre la situación del riego en el territorio, la gestión institucional, el comportamiento de las organizaciones y las características geográficas, así como la producción agropecuaria regional y el comportamiento que actualmente tienen tanto las instituciones vinculadas al riego, como de los agricultores y de las comunidades indígenas de la región.

La información primaria se ha obtenido a partir de entrevistas, talleres y de la aplicación de los instrumentos de intervención territorial, que han permitido validar la información directamente con las comunidades presentes en el territorio.

La información secundaria se ha obtenido de una serie de estudios validados por la Comisión Nacional de Riego y de fuentes institucionales que disponen de información de interés relacionada con el riego en la región, como el Instituto Nacional de Estadísticas, el Instituto de Desarrollo Agropecuario, el Servicio Agrícola Ganadero, la Dirección General de Aguas, la Dirección de Obras Hidráulicas y Universidades, entre otros.

En terreno se han desarrollado los trabajos con la coordinación y apoyo permanente del profesional de la Comisión Nacional de Riego y de la SEREMI de Agricultura de la Región de Antofagasta.

Estas actividades han tenido una buena recepción por parte de las comunidades. Si bien al comienzo del estudio se identificaron reticencias por parte de algunas comunidades indígenas a participar activamente en el plan, este posicionamiento se ha logrado revertir durante el desarrollo de los trabajos en terreno. El equipo redactor del plan ha estado en contacto y ha colaborado en diversas reuniones con las ADI Atacama La Grande, de la comuna San Pedro de Atacama y ADI Alto el Loa, de las comunas de Calama, San Pedro de Atacama y Ollagüe y en las mesas de trabajo que mantienen los agricultores donde participa la CNR y la SEREMI de Agricultura, como, por ejemplo, la Mesa Oasis de Calama.

La colaboración de los agricultores costeros ha sido muy positiva, y han compartido sus inquietudes y sus exitosas experiencias de cultivo hidropónico. Además, han demostrado una gran expectativa por su futuro y por el aporte que esperan seguir recibiendo por parte del Estado, con el apoyo técnico de INDAP y SAG, y los convenios público-privados que les han permitido acceder a agua desalada. Para ellos, queda pendiente la resolución de los derechos de la tierra que recibieron en comodato de Bienes Nacionales, además de fortalecer su gestión comercial.

Tanto los estudios previos como las conclusiones del diagnóstico desarrollado en este plan coinciden en que el principal problema para el riego de la región es la escasez hídrica. La situación de aridez de la región, determinada a su vez por la geografía y el clima, intensifica la presión existente sobre los recursos hídricos.

Estos estudios indican que la disponibilidad de agua dulce en la región es escasa en comparación con la cantidad de recursos hídricos requerida por las principales actividades económicas (agricultura, minería, industria y otras) y el consumo de la población.

En terreno se ha podido constatar que los agricultores tienen mucha preocupación por la calidad del agua. En general, el agua presenta mala calidad, con niveles de salinidad y Boro muy por encima de los máximos recomendados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Esto es especialmente acusado en las zonas de la cuenca del Loa, y en menor grado en la zona de San Pedro de Atacama.

En relación con la infraestructura, es importante resolver el problema de la falta de sistemas para la acumulación de agua, que permitirían aprovechar las lluvias del invierno altiplánico en la actividad agrícola.

La revisión en terreno de la infraestructura permitió constatar que ésta es claramente mejorable. En concreto, se han identificado bastantes canales que deben ser revestidos y tranques en desuso que podrían ser recuperados. La mejora de infraestructuras de acumulación permitiría aumentar la frecuencia de riego existente (actualmente, los periodos entre riegos son demasiado espaciados, de 20 a 30 días en algunos casos), lo que se traduce en eficiencias muy bajas, incremento del efecto negativo de la salinidad del agua y, por tanto, en escasos rendimientos del cultivo.

Otro punto importante a considerar es la importante actividad minera existente en la región y su demanda de recursos hídricos. El sector minero es el principal sector económico de la región, aportando más de un 65% al PIB Regional.

Los caudales de agua requeridos para abastecer las necesidades de la minería son muy grandes y siempre crecientes: según el Consejo Minero, en la Región de Antofagasta, se extrajeron 5,1 m³/s en 2012. Aunque la mayor parte procede de aguas subterráneas (3,5 m³/s), no se debe olvidar que ambas fuentes están interrelacionadas, formando parte del mismo sistema, y el impacto de las extracciones subterráneas sobre los cauces superficiales puede ser importante.

En Chile, el uso del agua no está ligado a la propiedad de la tierra, siendo posible la libre comercialización del recurso. En particular, se han concedido gran cantidad de derechos de aguas a empresas mineras, que supone un importante consumo de estos recursos.

La falta de derechos de agua limita el acceso a beneficios de la Ley N° 18.450 de Fomento al Riego, con lo que se presenta el problema del no cumplimiento de expectativas por parte de los agricultores, que no pueden cumplir con los requisitos de la ley.

El trabajo coordinado que realiza el profesional de la CNR en la Región, junto a CONADI y también junto a la Corporación de Desarrollo Social del Sector Rural (CODESSER) de CORFO, han permitido avanzar en la solución de estas brechas. Sin embargo, el problema de los derechos de agua es una limitante en la región, para acceder a oportunidades para los pequeños agricultores, quienes practican la agricultura de subsistencia, y que son el grupo de población más vulnerable entre los

actores del Plan de Riego y para quienes esta iniciativa presenta una nueva oportunidad de solucionar sus problemas a futuro.

Los funcionarios públicos coinciden en la necesidad de incorporar ciertos elementos que ayudarían a su gestión. El fortalecimiento de las instituciones pasa por el otorgamiento de más recursos, la capacitación técnica y la incorporación de profesionales que den apoyo a la gestión del riego en la región. En concreto, debería aumentarse el equipo de la CNR regional, que con un solo profesional tiene dificultades para atender el interés en las comunidades por los proyectos agrícolas. Además, los servicios públicos coinciden en que también faltan estudios de cuenca y estudios de cauce en la región que clarifiquen el contexto en que están trabajando, y sirvan de guía para priorizar las inversiones.

La estrategia comunicacional ha sido evaluada en conjunto con la Comisión Nacional de Riego a medida que avanzaron los trabajos, y fue redefinida durante el desarrollo del estudio, a partir de la interacción con los actores sociales y de acuerdo con la dinámica que se desarrolló a lo largo del mismo, con el fin de garantizar la mayor participación de los actores sociales locales.

A lo largo del desarrollo del diagnóstico se ha podido constatar que la estrategia comunicacional más efectiva es la del diálogo directo con las comunidades, que han respondido muy bien a la interacción bilateral. El diálogo directo provoca una percepción de lentitud en el avance de los trabajos, pero es recomendable mantener esta estrategia comunicacional y lograr la validación por parte de la mayoría de los actores que han participado en la elaboración del Plan.

Todos los servicios públicos presentan las acciones previstas por cada institución y el resultado de la evolución de las mismas en las reuniones que hacen las ADI. Así, se ha constatado que el contacto comunicacional directo en el territorio es el más efectivo para entregar la información y recoger las necesidades de los agricultores.

4 DEFINICIÓN DE IMAGEN OBJETIVO DEL TERRITORIO

4.1 Introducción

La imagen objetivo o situación futura corresponde al conjunto de ideas principales de lo que se quiere lograr para el desarrollo del riego en los territorios, se refiere a una visualización futura de lo que se pretende llegar a ser, en términos globales, razonables y acotados al diagnóstico y al contexto económico y geográfico local.

Esta imagen comprende las intenciones que mejor reflejan la situación deseada a largo plazo y está relacionada con el potencial identificado en cada territorio y con las expectativas o aspiraciones manifestadas por la comunidad.

En este capítulo se describen dos propuestas de situación futura o imagen objetivo: la primera, considerando que los territorios evolucionan tendencialmente en el escenario actual; y la segunda, basada en una situación mejorada con proyecto de Plan de Riego.

4.2 Definición y Desarrollo de Propuestas Imagen Objetivo

La evaluación de escenarios de imagen objetivo considera las proyecciones futuras relacionadas con las siguientes variables: variabilidad climática, crecimiento poblacional, disponibilidad hídrica y demanda de recurso hídrico. Los criterios considerados para cada una de las variables, sobre los cuales se realiza la proyección de los escenarios, son los siguientes:

- Variabilidad climática: para la Región de Antofagasta se ha observado una disminución de los promedios de precipitaciones en relación durante los últimos 30 años (DGA, 2012). En relación a la temperatura, se ha observado un aumento variable en la región de entre 2°C y 3°C grados en la temperatura media anual. Por otro lado, el MOP ha informado que producto del cambio climático, el embalse Conchi tiene un déficit del 70% de su capacidad total (MOP, 2015). Además, se debe considerar también que el cambio climático incluye una proyección del aumento del 5% de las precipitaciones en la zona altiplánica de la región.
- Crecimiento poblacional: el crecimiento poblacional dentro de la región, tiene variaciones irregulares dependiendo de la zona de trabajo. En las Zonas 1, 2 y 4, se ha observado un envejecimiento paulatino de la población, debido principalmente a la emigración de los jóvenes para estudiar o trabajar en ciudades de esta u otras regiones. En las Zonas 3, 5 y 6 la variación de las poblaciones tiende al aumento de la población flotante que pernocta en ellas durante las jornadas laborables, especialmente en la zona 3. En Calama y Antofagasta, se observa el aumento de la población por la demanda de mano de obra de servicios.
- Disponibilidad hídrica: el Atlas del Agua de Chile (DGA, 2016), indica que la Macrozona Norte no cuenta con caudal disponible para el otorgamiento de nuevos derechos de aprovechamiento superficiales. Respectos de los recursos subterráneos, la DGA indica que el volumen disponible en el Acuífero Salar de Atacama que alimenta la cuenca del río San

Pedro, no tiene volumen disponible actualmente. En relación con la disponibilidad hídrica se encuentra el volumen sustentable, que es la cantidad de agua anual asociada a la recarga del acuífero, es decir, al flujo de agua que lo alimenta naturalmente que proviene de precipitaciones, embalsamientos y escurrimientos superficiales y subterráneos (DGA, 2013). El volumen sustentable es aquel susceptible de constituir como derecho de aprovechamiento de aguas con carácter de definitivo. Se identifica un volumen sustentable de 86 hm³/año.

- Demanda hídrica: la DGA (2016) ha estimado una demanda total de agua en la región de 12,54 m³/s, de las cuales 3,31 m³/s estarían destinados al sector agropecuario. Destaca en la región la demanda estimada del sector minero con 6,26 m³/s.

4.2.1 Escenarios de proyección: Situación Tendencial y Escenario con Proyecto

En base a las variables mencionadas, se ha evaluado los escenarios tendenciales y con proyecto, que definen la imagen objetivo de los territorios. A continuación, se presenta para cada una de las zonas, las propuestas de situación tendencial y luego las propuestas de situación mejorada.

4.2.1.1 Propuestas de Situación Tendencial

Los análisis de situación tendencial están definidos por la continuidad de la situación actual, sin intervenciones focalizadas de las instituciones y de acuerdo a la evolución natural del riego y de la agricultura.

4.2.1.1.1 Zona 1

En cuanto al eje de infraestructura de riego, y concretamente sobre la seguridad de riego, en esta zona continuarían los problemas con la disponibilidad del recurso en época estival, dado que no cuentan con infraestructura que les permita reservar las aguas del invierno. La zona tiene limitaciones en los cultivos dada la regular calidad del agua, lo que produce acumulación de sales en el suelo de cultivo.

Sobre las infraestructuras para el riego, en esta zona se producirían las reparaciones ocasionales fomentadas por las instituciones, siguiendo la tendencia del mal estado de canales antiguos. Se construyen nuevos embalses por iniciativas CNR, derivando en el deterioro de los antiguos, por el enfoque en las nuevas obras. Además, se ha detectado que continuarían las bajas opciones de postular a sistemas menores de acumulación, debido al desconocimiento del buen uso del agua.

Sobre la productividad agropecuaria, la falta de agua influiría paulatinamente en la disminución de las superficies regadas, lo que se potencia con el envejecimiento de los agricultores de las comunidades de estas zonas. Hay escasa implementación de obras de tecnificación de riego, lo que no favorece la diversificación de los cultivos.

Las organizaciones de los usuarios en esta zona, se mantendrían unificadas y organizadas, enfrentándose al envejecimiento de sus comuneros, lo que deriva en la pérdida de la cultura agrícola ancestral ya que no hay interés de las poblaciones jóvenes de preservarla. Por ello, La

tendencia es a no ampliar la superficie tecnificada, y a la disminución de la actividad agrícola por envejecimiento y falta de interés de los usuarios jóvenes. Fruto de ese envejecimiento, además se manifiesta una poca apertura a la implementación de innovaciones para la agricultura. No se vislumbra la formalización hacia comunidades de agua o asociaciones de canalistas. Tampoco a la formación de juntas de vigilancia.

En lo relativo al I+D+i, se han observado en esta zona, el desarrollo de algunos casos excepcionales de proyectos exitosos, de implementación de infraestructuras, uso de ERNC y producción agrícola de rentabilidad. La principal causa de estos casos es la motivación de los propios agricultores a participar de los programas de fomento, lo que los ha transformado en casos exitosos en Talabre y Zapar. Sólo en algunos casos se han tenido experiencias exitosas, con agricultores emprendedores e innovadores, que tienen capacidad de aporte propio. Sin embargo, se han implementado proyectos a los cuales no se ha dado continuidad ni seguimiento, además de que mantendría la tendencia de la baja presencia de consultores que apoyen a los agricultores en la formulación de proyectos. Además, los agricultores continuarían sin tener los recursos para asegurar un aporte propio en los proyectos CNR.

En cuanto a la gestión institucional, y concretamente sobre las instituciones públicas que fomentan el desarrollo agrícola y riego, se ha detectado que la tendencia principal es al trabajo de los agricultores con INDAP y CONADI y el trabajo comunitario con CNR. Además, CNR implementará Programa de Pequeña Agricultura en Socaire para obras de riego intraprediales.

4.2.1.1.2 Zona 2

En la zona de Alto Loa, principalmente en Chiu Chiu, la situación tendencial está altamente influenciada por el desarrollo de proyectos de mejoramiento ejecutados por las empresas mineras de la zona. Estos proyectos van desde las obras viales y sociales, hasta la infraestructura de invernaderos y mejoramientos en la actividad agrícola.

En cuanto a la infraestructura de riego se destaca la mantención de un buen estado de los canales de riego y por la disponibilidad de agua en época estival, gracias a la regulación del embalse. Sin embargo, permanece la desinformación sobre las extracciones desde el embalse, derivadas de la baja fiscalización de la autoridad competente. La zona cuenta con disponibilidad hídrica para regar. El agua en general no es de buena calidad, a pesar de que la importante presencia del embalse Conchi que regula el recurso en esta zona. La salinidad del agua mantiene la tendencia de acumulación de sales en los suelos.

La productividad agropecuaria es favorecida por la implementación de invernaderos, lo que seguiría favoreciendo la diversidad de cultivos y la eficiencia en el uso de la tierra y del agua. Mejora el nivel de tecnificación debido a proyectos ejecutados por empresas privadas.

Las organizaciones de usuarios en esta zona, destacada por la constitución formal de comunidades de aguas, que sin embargo no cuentan con un lineamiento de trabajo en común. La tendencia en este aspecto es que continuarían actuando de manera individualista y sin la capacitación técnica para hacer más eficiente el uso de los recursos.

La presencia de las instituciones en la zona es baja, sobre todo por las distancias que separan la multiplicidad de comunidades existentes. No se conocen planes coordinados de acción para el riego, además de que no existen consultores habilitados que apoyen a las organizaciones. La tendencia es a continuar los bajos resultados de los programas de fomento institucional, opuesto a las inversiones realizadas por empresas privadas.

El nivel tecnológico se ampliaría también por las inversiones de la minería en la zona, aunque sigue siendo necesaria la evaluación de sistemas que mejoren la eficiencia en el uso del agua.

4.2.1.1.3 Zona 3

Sobre la infraestructura de riego, en los sectores de riego de Calama y Quillagua, el mayor factor de incidencia en el planteamiento de escenario tendencial es concretamente la mala calidad del agua. Sin una intervención, la tendencia es a la imposibilidad de usar agua para regar, además de la disponibilidad variable en la época estival, a pesar de la regulación ejercida por el embalse Conchi. Por otro lado, la infraestructura mantendría su buen estado actual, sin la implementación abundante de sistemas de acumulación y sin la rehabilitación del tranque existente en Quillagua. Se debe considerar que el crecimiento de la ciudad de Calama ha derivado en la construcción de viviendas sobre los sistemas de canales, situación que se mantendría sin una regulación de la institución. Los sistemas de monitoreo y control continuarían con mejoras muy paulatinas de acuerdo a la implementación de programas de fomento institucional.

La productividad agropecuaria es altamente influenciada por la regresión del uso de suelo agrícola. La tendencia es al crecimiento urbano en desmedro de la superficie regada. Hay casos de producciones agrícolas exitosas, las que han sido apoyadas por CNR y CONADI. La mala calidad del agua redundaría en la escasa variabilidad de los cultivos en Calama. En la zona de Quillagua, la productividad agrícola es de invernaderos, lo que se mantiene en el tiempo.

En lo relativo a OUAs, en la zona se han formalizado Comunidades de Aguas, las que actualmente funcionan con poca asesoría técnica y legal. Los conflictos internos por los turnos de uso del agua, la baja capacitación de los celadores y directivos se mantendrían sin una intervención desde las instituciones. Los usuarios continuarían vendiendo sus derechos de agua al desconocer el valor y la importancia del recurso para la agricultura. La presencia de ASAC de alguna manera contribuye al mantenimiento de la actividad y a la impulsión de nuevas alternativas de trabajo.

En cuanto a gestión institucional, instituciones públicas relacionadas con riego, han trabajado fuertemente con los usuarios. Sin embargo, hay una crítica permanente contra algunos organismos que no responden a las necesidades de los usuarios, especialmente sobre la DGA, DOH y municipalidad. Por ello, continuaría la insatisfacción de los agricultores por la lenta respuesta y escaso apoyo.

Sobre la innovación y desarrollo para el riego, este territorio continuaría con la necesidad patente de mejorar la calidad de agua para el riego y mejorar la eficiencia del escaso caudal disponible.

4.2.1.2 Zona 4

Respecto de la infraestructura de riego, en la Zona 4 de San Pedro de Atacama y Rio Grande, existe una marcada limitación de cultivos por la acumulación de sales a través del tiempo. Por ello, la calidad del agua para riego continuaría siendo regular, mientras que la pérdida del recurso en época estival por no contar con mejores sistemas de acumulación marcaría también la situación tendencial. La infraestructura de canales es antigua, la que seguiría reparándose eventualmente con los programas de fomento. Varios canales continuarían siendo franjas de tierra al no haber una intervención de la institución. Cuentan con el estanque Guachar, el que se caracteriza por un continuo embancamiento que no logra mejorarse en el tiempo.

La productividad agropecuaria de la zona seguiría siendo fuertemente presionada por las actividades turísticas del sector. La superficie regada se reduce en el tiempo, con baja posibilidad de diversificar. No se ha potenciado el desarrollo de cultivos específicos que podrían tener denominación de origen, como la quínoa.

La principal organización de usuarios es la comunidad indígena atacameña. En general tienden a estar organizados y a trabajar en comunidad, pero continúan existiendo discrepancias internas por el uso de derechos comunitarios. No se vislumbra la formalización de comunidades de agua ni asociaciones de canalistas. Sobre las Juntas de Vigilancia, hay una desaprobación generalizada a su conformación.

La gestión institucional es un tema sensible en el territorio. Los organismos relacionados con obras civiles para riego no están bien evaluados por los agricultores, por lo que es necesario que implementen medidas que tengan por objetivo revertir esta evaluación. El desarrollo tecnológico para riego es bajo. Como se ha mencionado, sin una intervención urgente de las instituciones, la actividad continuaría su disminución en el sector.

4.2.1.2.1 Zona 5

En el sector de Taltal, la necesidad de agua para el riego continuaría siendo cubierta por las distribuidoras de agua potable. Con el tiempo la distribución se hace más costosa, además de la inseguridad para riego que podría generar una sequía generalizada.

En cuanto a la infraestructura para el riego y concretamente la calidad, el agua superficial y subterránea de la zona es de mala calidad y alta dureza. Los agricultores de la zona continúan sin obras de infraestructura, principalmente debido al bajo caudal disponible para riego. Se mantiene el uso de sistemas de baja presión y el nulo desarrollo de sistemas de distribución. La tendencia tampoco considera la implementación de sistemas menores de acumulación.

La productividad agropecuaria de la zona continúa mientras no se implementen iniciativas de mejora de parte de la institución. Además, la baja disponibilidad de agua sólo permite el desarrollo actual, sin fomentar su mejoramiento.

Las organizaciones de usuario en la zona corresponden a asociaciones de agricultores, los que tienen personalidad jurídica y alta capacidad de coordinación. No cuentan con derechos de agua y tampoco tienen sus terrenos regularizados. Mientras esta condición permanezca, la tendencia

indica que no serán beneficiarios de programas CNR. No se vislumbra la formalización de otro tipo de organización.

Sobre gestión institucional, la principal institución en esta zona es el INDAP, quien con su programa PRODESAL contribuye al desarrollo agrícola de las organizaciones. Es el único organismo presente en el sector, quien, a través del programa de riego asociativo, ha implementado estanques de acumulación con revestimiento de lámina HDPE para sector El Hueso y riego por goteo de baja presión, directo desde el estanque.

En esta zona, en el marco de proyecto (con financiamiento FIC) y ejecutado por la Universidad de Antofagasta, se ha desarrollado un proyecto de desaladora que fue mal implementado, generando el estancamiento de iniciativas lo que no permite el mejor aprovechamiento del recurso.

En cuanto a la investigación y desarrollo, en el sector existe un bajo nivel tecnológico en los sistemas de riego y una alta necesidad de innovación para maximizar eficiencia. La actividad agrícola de la zona se ve como una gran oportunidad de desarrollo del sector, pero sin la intervención de la institución se continuaría con el bajo nivel de desarrollo.

4.2.1.2.2 Zona 6

La zona no cuenta con infraestructura de riego provista por Komatsu. El sistema utilizado es la hidroponía abastecida por estanques de menor tamaño regadas con baja presión. La zona no cuenta con recursos hídricos para riego, además de que la calidad de agua es regular. El agua disponible proviene de una planta desaladora y de las distribuidoras de agua potable. La tendencia es sin mejoras en la infraestructura, con baja disponibilidad, baja presión y encarecimiento de los aljibes que llevan el agua hasta las parcelas. El suministro de agua potable también se vería afectado en caso de sequías generalizadas, lo que no permitiría el cumplimiento del ciclo de los cultivos.

La productividad agrícola de la zona es alta, con buenos resultados económicos. La tendencia es a mantener los cultivos de hidroponía, motivada por el interés propio de los agricultores de la asociación. El interés particular es continuar produciendo vegetales regados con agua potable y desalada, lo que les asegura el buen retorno económico.

En el sector de Antofagasta, la actividad agrícola es desarrollada por la Asociación de Agricultores Altos de La Portada (ASGRALPA), la que ha establecido un robusto sistema productivo. No cuentan con derechos de agua ni saneamiento de terreno. No se vislumbra la formalización de organizaciones de usuarios de agua, ya que no se manifiesta la necesidad de este tipo de organización.

En términos de innovación y desarrollo, la tecnología presenta un con mayor desarrollo en la región. Esto deriva del sistema de hidroponía utilizado para la producción agrícola.

4.2.1.3 Propuestas de Situación Mejorada

La situación mejorada fue construida en base a la información recopilada y la proyección del escenario actual con las iniciativas del PGR. En algunos aspectos, el Plan el desarrollo actual, por lo tanto, la situación mejorada propuesta es similar al diagnóstico. En otros casos, las iniciativas contribuirían a remediar o subsanar necesidades actuales no satisfechas. A continuación, se presenta la propuesta de situación mejorada, la que fue posteriormente expuesta ante los actores de riego para su validación.

4.2.1.3.1 Zona 1

a) Eje Infraestructura de Riego

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Seguridad de Riego	1) Capacidad de regulación de la cuenca	Se cuenta con estudios y evaluación del comportamiento hidrológico de las quebradas en el sector. Se ha desarrollado un programa de fondos de respuesta a emergencia que no está sujeto a concurso.
	2) Variabilidad hidrológica	Mejora en sistemas de acumulación para aprovechar el recurso para la agricultura. Asegurar la disponibilidad de agua en épocas de sequía y verano.
	3) Calidad de aguas	Se ha implementado sistemas de abatimiento convencionales y no convencionales (sedimentador). Además, se ha capacitado a los usuarios para su uso.
	4) Participación de distintas fuentes para el riego	Diversidad de fuentes mediante uso de pozos, acumulación de aguas lluvia y la captación de aguas desde ríos y vertientes de la cordillera.
Superficie Regada	1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción	Mejoramiento de sistemas de canales. Mejoramiento de la captación con infraestructura, para captar la totalidad del recurso agua necesaria para riego.
	2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación	Fomento a la construcción de sistemas de acumulación para suplir la falta de agua estival. Se ha ampliado y/o recuperado la superficie de cultivo. Hay mejoras en los sistemas existentes, maximizando el recurso para la agricultura.
	3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	Se ha construido nuevas compuertas y válvulas, para el mejor manejo y la preservación del recurso. Se cuenta con disponibilidad de ERNC mediante turbinas.
	4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada	Mejorar sistemas de riego, innovar en agricultura, se atrae a agricultores jóvenes, a través de disposición de terreno, agua y transferencia tecnológica (caso ejemplo en Talabre).
Monitoreo de Recursos Hídricos	1) Infraestructura para el monitoreo de recursos en cuanto a calidad y cantidad	Existe un monitoreo permanente de recursos de riego, que permite la implementación de estrategias en épocas de déficit (verano principalmente).
	2) Uso de sistemas de información en línea para el monitoreo	Los usuarios cuentan con un sistema de información en tiempo real. Un usuario de la comunidad está capacitado para administrar el sistema.

Fuente: Elaboración propia.

b) Eje Productividad Agropecuaria

Ítem	Descriptor / Indicadores	Situación Mejorada
Cultivos y Tecnificación	1) Cultivos actuales y potenciales	Se ha diversificado y se ha dado valor agregado (indicación geográfica, denominación de origen) a los productos. Extensión y Transferencia Técnica en cultivos. Buscar alternativas de faenamiento de ganado (canchas móviles).
	2) Capacidad del territorio	Con infraestructura y tecnificación, mejorar y hacer eficiente el uso del recurso, amplia área de cultivo y ganadería. Regularización de tierras.
	3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	Generar proyectos, masificar y capacitar en procesos productivos. Transferencia Tecnológica y capacitación. Seguimiento y continuidad de los proyectos.
Prácticas Productivas y Medio Ambiente	1) Buenas prácticas en la producción agrícola	Producción agrícola autosustentable, sin perder el patrimonio ancestral (preservar el germoplasma de semillas en frutales y hortalizas). Ampliar el uso de ERNC para más comunidades en actividades en la innovación de la agricultura. Beneficio directo al agricultor.
	2) Pasivos ambientales	Fiscalizar las medidas de mitigación de la minería. Reforestación con árboles nativos por parte de las compañías mineras. Exigir medidas de compensación a las mineras. Apuntar la reducción del uso de agua dulce, por parte de la minería.
	3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	Mejor calidad del agua con plantas de tratamiento. Mejoramiento del suelo (enmiendas en general).

Fuente: Elaboración propia.

c) Eje Gestión de las Organizaciones

Ítem	Descriptor / Indicadores	Situación Mejorada
Gestión Interna	1) Nivel de organización formal de las OUs	Mantenimiento de la comunidad y asociación organizada. Fortalecimiento de las organizaciones en aspectos legales para la gestión interna.
	2) Nivel de capacitación de celadores y directivos	Capacitación técnica y legal para el uso eficiente del recurso hídrico, en cultivos agrícolas y en las ventajas del trabajo conjunto de la organización.
	3) Estado legal de los derechos de aprovechamiento	Evaluación de solicitud de exploración de derechos subterráneos.
Capital Social	1) Capacidad de liderazgo y motivación de grupos	Las comunidades indígenas están empoderadas de sus derechos y conocen técnica y legalmente las ventajas y desventajas de su forma de organización.
	2) Capacidad de propuesta	Capacitación y asesoría técnica para la elaboración de propuestas y proyectos. En las comunidades se ha capacitado a usuarios para la preparación de propuestas e implementación de proyectos.
	3) Capacidad de resolución de conflictos	Capacitar a los usuarios en los beneficios de tener OUs organizadas y unificadas: legales, oposiciones, postulación a proyectos.
	4) Inclusión	Se han implementado fórmulas para incluir a comunidades y pequeño agricultor. Se ha mejorado la opción de postular a concursos, con ostensibles mejoras en la agricultura.

Fuente: Elaboración propia.

d) Eje Gestión Institucional

Ítem	Descriptor / Indicadores	Situación Mejorada
Institucionalidad Pública	1) Presencia de las instituciones en el territorio	Las instituciones de la zona actúan de manera coordinada para la gestión del riego. Se han generado instancias de trabajo en conjunto para aumentar la superficie regada y preservar la actividad agrícola en el territorio.
	2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego y drenaje	Cambio en las bases de postulación. Mejorar condición de trabajo, optando a tecnología en riego. Capacitación a consultores Mejorar oferta de profesionales locales. Mayor difusión y acercamiento al pequeño agricultor.
	3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	Seguimiento y detección de errores para solucionarlos y mejorar el impacto de los proyectos. Mejorar en base a estudios.
Implementación de Proyectos Públicos	1) Nivel de proyectos implementados en el territorio.	Abarcar a más comunidades y pequeños agricultores, apoyo a la agricultura de la región. Desarrollo y nuevas iniciativas, posibilidad de negocio.
	2) Participación de usuarios en proyectos de riego y drenaje	Hacer seguimientos, empoderar a los agricultores, replicarlos. Permanencia en el tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

e) Investigación, Desarrollo e Investigación

Ítem	Descriptor / Indicadores	Situación Mejorada
Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego	1) Iniciativas de investigación	Atender a las necesidades solicitada por los agricultores, generar propuestas y concretarlas, investigación y transferencia tecnológica.
	2) Iniciativas de transferencia tecnológica	Capacitaciones, proyectos con predios experimentales, masificación de los sistemas, recuperación de superficie cultivable, eficiencia del recurso agua, diversificación de cultivo. Posibilidad de nuevos negocios, disminuir el porcentaje de agricultura de subsistencia.
	3) Capacidad de adoptar cambios	Mayor familiarización de los usuarios con las iniciativas de estudios y programas implementados en el territorio, lo que favorece la inclusión y la participación del usuario.

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.3.2 Zona 2

a) Eje Infraestructura de Riego

Ítem	Descriptor / Indicadores	Situación Mejorada
Seguridad de Riego	1) Capacidad de regulación de la cuenca	Mantenimiento de la capacidad de regulación.
	2) Variabilidad hidrológica	Se cuenta con un protocolo de acción (Plan de Emergencia) en caso de alteraciones respecto de las condiciones naturales.
	3) Calidad de aguas	Se ha implementado un sistema de monitoreo permanente de recursos, en el que la comunidad elige un miembro que es capacitado para la supervisión permanente, control y difusión del estado de los recursos.
	4) Participación de distintas fuentes para el riego	Existe disponibilidad de agua para el desarrollo agrícola.

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Superficie Regada	1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción	Se han Implementado proyectos de infraestructura de captación y conducción.
	2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación	Las comunidades cuentan con obras de acumulación menor para los usuarios, lo que se ha acompañado de proyectos de tecnificación de distribución de agua.
	3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	La superficie de riego se ha aumentado gracias a las obras implementadas.
	4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada	La superficie de riego se ha aumentado gracias a las mejoras obtenidas en calidad del suelo.
Monitoreo de Recursos Hídricos	1) Infraestructura para el monitoreo de recursos en cuanto a calidad y cantidad	Se ha implementado un sistema de monitoreo permanente de recursos, en el que la comunidad elige un miembro que es capacitado para la supervisión permanente, control y difusión del estado de los recursos.
	2) Uso de sistemas de información en línea para el monitoreo	Se cuenta con un protocolo de acción (Plan de Emergencia) en caso de alteraciones respecto de las condiciones naturales.

Fuente: Elaboración propia.

b) Eje Productividad Agropecuaria

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Cultivos y Tecnificación	1) Cultivos actuales y potenciales	Consolidación de cultivos emblemáticos y diversificación de nuevas especies con adaptabilidad.
	2) Capacidad del territorio	Implementación de proyectos de invernadero.
	3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	Se tiene mejor acceso a proyectos de CNR y de otras iniciativas.
Prácticas Productivas y Medio Ambiente	1) Buenas prácticas en la producción agrícola	Se cuenta con producción agrícola autosustentable y con tecnificación de los procesos productivos.
	2) Pasivos ambientales	Se cuenta con una mejor fiscalización de la actividad y contaminación minera.
	3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	Se ha mejorado la calidad de las aguas para riego.

Fuente: Elaboración propia.

c) Gestión de las Organizaciones

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Gestión Interna	1) Nivel de organización formal de las OUAs	Las OUAs constituidas tiene capacidades técnicas y legales.
	2) Nivel de capacitación de celadores y directivos	Cuentan con apoyo permanente de las instituciones para su accionar. Pueden presentar recursos legales de oposición.
	3) Estado legal de los derechos de aprovechamiento	Las comunidades están capacitadas para presentar recursos legales y para fiscalizar la extracción ilegal de aguas.
Capital Social	1) Capacidad de liderazgo y motivación de grupos	Las comunidades tienen mejores capacidades para la gestión interna y el acceso a proyectos de instituciones del estado.
	2) Capacidad de propuesta	Apoyo técnico y difusión desde las instituciones.
	3) Capacidad de resolución de conflictos	Usuarios capacitados en temas relacionados con la asociatividad y sus beneficios.
	4) Inclusión	Las comunidades mantienen la inclusión y jóvenes participan en las comunidades de regantes y producción agrícola.

Fuente: Elaboración propia.

d) Gestión Institucional

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Institucionalidad Pública	1) Presencia de las instituciones en el territorio	Presencia estable y continua de la CNR en la zona, de forma coordinada con las otras instituciones.
	2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego y drenaje	Ejecución de proyectos concretos de acuerdo a las necesidades que los usuarios ya tienen identificados.
	3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	CNR destina recursos a invertir a través de consultores de riego, aumentando la tasa de proyectos presentados (y adjudicados) a la ley.
Implementación de Proyectos Públicos	1) Nivel de proyectos implementados en el territorio	Se amplía la postulación a proyectos de riego presurizados. Se realiza permanentemente la transferencia tecnológica desde la instalación al funcionamiento de los sistemas de riego.
	2) Participación de usuarios en proyectos de riego y drenaje	Se ha aumentado la presentación de proyectos a la ley y la tasa de proyectos seleccionados. Al mismo tiempo, se han generado iniciativas para la gestión de los proyectos de la ley.

Fuente: Elaboración propia.

e) Investigación, Desarrollo e Innovación

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego	1) Iniciativas de investigación	Se realiza permanentemente la transferencia tecnológica desde la instalación del proyecto al funcionamiento de los sistemas de riego.
	2) Iniciativas de transferencia tecnológica	La transferencia tecnológica es de alto nivel técnico de acuerdo a la experiencia de los agricultores.
	3) Capacidad de adoptar cambios	Mantenimiento de la capacidad actual e Implementación de maquinarias y equipos para el cultivo de la quínoa y otros productos potencialmente exitosos para el territorio.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.3.3 Zona 3

a) Eje Infraestructura de Riego

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Seguridad de Riego	1) Capacidad de regulación de la cuenca	Conocimiento de la regulación de las cuencas y solicitud de declaración de agotamiento de las aguas subterráneas. Mejora en la fiscalización de la institución DGA. Los usuarios cuentan con una oficina permanente de la DGA en la ciudad de Calama, con equipo de fiscalizadores. La institución ha implementado sistemas de monitoreo de extracciones y caudal.
	2) Variabilidad hidrológica	Se han implementado sistemas de acumulación que captan agua dulce específicamente para los agricultores de Calama.
	3) Calidad de aguas	La calidad de agua es tratada mediante sistemas de tratamiento Individuales, para lo cual se ha capacitado a usuarios de las comunidades. Además, se han desarrollado instancias de Difusión y Educación a la comunidad sobre el respeto a la actividad agrícola desarrollada en Calama.

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
	4) Participación de distintas fuentes para el riego	Los regantes cuentan con disponibilidad hídrica durante todo el ciclo productivo de sus cultivos. La comunidad tiene conocimiento del potencial uso de recursos subterráneos para la agricultura. El agua dulce es de uso exclusivo para riego y la minería hace uso de agua de mar.
Superficie Regada	1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción	Los canales de riego intraprediales están revestidos y se ha ampliado la extensión de la red, agilizando la tramitación para el acceso a los fondos. Las aguas son conducidas desde el embalse Conchi hasta Calama, con fiscalización y administración.
	2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación	Las instituciones han implementado y difundido sistemas de acumulación individuales y comunitarios.
	3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	Los usuarios tienen conocimiento sobre sistemas de riego optimizados mediante tecnificación, los que pueden ser aplicados en las aguas del riego del sector.
	4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada	La actividad agrícola es incentivada y divulgada desde la municipalidad, incluyendo la preservación de la superficie agrícola en el plan regulador, constituyéndose en participante activo en el resguardo de la actividad. Se han generado programas de incentivo al desarrollo de actividades agrícolas. Son las organizaciones quienes desarrollan un primer ejercicio fiscalizador en base a las facultades que se les han otorgado. Además, se cuenta con programas de fiscalización de extracciones, de vertido de contaminantes domiciliarios líquidos y de construcciones sobre el cauce de los canales.
Monitoreo de Recursos Hídricos	1) Infraestructura para el monitoreo de recursos en cuanto a calidad y cantidad	Los usuarios conocen las campañas de monitoreo y sus resultados a través de medidas de difusión implementadas por la institución.
	2) Uso de sistemas de información en línea para el monitoreo	Las comunidades cuentan con sistemas de monitoreo en línea que alerten a los regantes en caso de cambios en las mediciones del recurso.

Fuente: Elaboración propia.

b) Eje Productividad Agropecuaria

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Cultivos y Tecnificación	1) Cultivos actuales y potenciales	La producción agrícola se ha diversificado gracias al saneamiento de suelos y al uso de aguas tratadas a partir de plantas de tratamiento individuales.
	2) Capacidad del territorio	Ampliación de la superficie regada gracias a la mejora en la calidad de aguas y saneamiento de suelos.
	3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	La tecnificación se ha implementado en sistemas donde se ha mejorado la calidad de las aguas. Con ello, se permite la instauración de procesos productivos que facilitan la labor agrícola.
Prácticas Productivas y Medio Ambiente	1) Buenas prácticas en la producción agrícola	La producción agrícola es autosustentable. Los agricultores voluntariamente han tecnificar los procesos, haciendo uso de ERNC.
	2) Presencia de Pasivos Ambientales	En la zona se ha desarrollado e implementado programas de fiscalización de contaminación emitida por la minería. La legislación ambiental exige a las compañías el uso de agua de mar en sus procesos para la aprobación de estudios de

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
		impacto. Los usuarios e instituciones están en una búsqueda permanente de mejoras a la contaminación de pasivos.
	3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	Las restricciones ambientales son subsanadas gracias al mejoramiento de la calidad de agua y medidas de Abatimiento de suelo.

Fuente: Elaboración propia.

c) Gestión de las Organizaciones

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Gestión Interna	1) Nivel de organización formal de las OUAs	La organización formal se ha fortalecido mejorando la gestión interna. Se han regularizado y actualizado las comunidades y se han creado nuevas en aquellos sectores donde no se desarrollan. Las comunidades se han organizado en una junta de regantes potenciada por la institución.
	2) Nivel de capacitación de celadores y directivos	Los dirigentes y celadores tienen capacitados para la gestión interna. Se tiene mejor distribución y respeto a los turnos. Además, se ha regularizado la situación de contrato y seguridad legal de celadores.
	3) Estado legal de derechos de aprovechamiento	Las comunidades de aguas han regularizado y perfeccionado sus derechos constituidos.
Capital Social	1) Capacidad de liderazgo y motivación de grupos	Las comunidades mantienen su motivación y están fortalecidas con dirigentes capacitados para la gestión de la organización. Se tiene la eficiencia máxima en el uso del agua.
	2) Capacidad de propuesta	Los usuarios cuentan con apoyo técnico y amplia difusión de programas de las instituciones. Se han implementado medidas que contribuyen a cumplir con el aporte propio.
	3) Capacidad de resolución de conflictos	Los usuarios conocen las ventajas y beneficios de tener organizaciones y unificadas: legales, oposiciones, postulación a proyectos.
	4) Inclusión	En estos sectores se ha incentivado a los jóvenes a participar en las organizaciones, para preservar la actividad agrícola de la zona.

Fuente: Elaboración propia.

d) Gestión Institucional

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Institucionalidad Pública	1) Presencia de las instituciones en el territorio	El apoyo de la institución es permanente al desarrollo de las organizaciones. Además, éstas poseen un sistema de acción conjunta y coordinación para maximizar el fomento al riego y desarrollo agrícola.
	2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego	Capacitación a consultores. Mejora la oferta de profesionales locales. Mayor difusión y acercamiento al pequeño agricultor.
	3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	Los proyectos ejecutados cuentan con programa de seguimiento y acompañamiento para la detección de oportunidades y mejoras. El impacto ha mejorado gracias a que los proyectos realizados responden a la necesidad local.

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Implementación de Proyectos Públicos	1) Nivel de proyectos implementados en el territorio	Los proyectos seleccionados tienen mayor alcance en cuanto a comunidades y a pequeño agricultor beneficiados. Se puede observar mayor apoyo a la agricultura de la región, desarrollando nuevas iniciativas y posibilidad de negocio.
	2) Participación de usuarios en proyectos de riego	Los agricultores presentan más proyectos de riego, aumento que es permanente en el tiempo. Cuentan con seguimiento y empoderamiento replicando casos exitosos.

Fuente: Elaboración propia.

e) Investigación, Desarrollo e Innovación

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego	1) Iniciativas de investigación	Mejoras en las necesidades solicitada por los agricultores, generando propuestas concretas en investigación y transferencia tecnológica.
	2) Iniciativas de transferencia tecnológica	Se desarrollan programas de capacitaciones para el desarrollo de la hidroponía, así como para la operación de plantas de tratamiento.
	3) Capacidad de adoptar cambios	Los usuarios están familiarizados con las iniciativas de estudios y programas implementados en el territorio, lo que favorece la inclusión y la participación del usuario. Sujeto a la disponibilidad de agua dulce.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.3.4 Zona 4

a) Infraestructura de Riego

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Seguridad de Riego	1) Capacidad de regulación de la cuenca	Se ha realizado un estudio de cuencas para determinar las opciones de conducción y generación de obras de acumulación en río Vilama para los tiempos de escasez en verano. Evaluación de acueducto para llegar con menor contenido de sales a San Pedro.
	2) Variabilidad hidrológica	La disponibilidad de agua es segura durante todo el ciclo de producción de los cultivos de la zona.
	3) Calidad de aguas	Las aguas de riego han sido estudiadas y evaluadas. Se tiene claridad sobre las condiciones actuales y la proyección a futuro. La autoridad local junto con los usuarios desarrolla campaña de educación y medidas de protección de canales (entubación) en casos puntuales.
	4) Participación de distintas fuentes para el riego	Las fuentes para riego se han diversificado con el uso de estanques y cursos superficiales para una mayor disponibilidad.
Superficie Regada	1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción	Los sistemas de canales han sido mejorados incluyendo medidas ambientales y de seguridad. Se han revestido y mejorado los canales extraprediales e intraprediales. Se ha implementado un acueducto desde Cuchabrache hasta Solor y Coyo, para luego alimentar a los canales secundarios. Para preservar especies, se ha implementado un Plan de Manejo de Chañar. Los usuarios cuentan con permisos y con trabajo en conjunto con consejo de monumentos nacionales.

Ítem	Descriptor / Indicadores	Situación Mejorada
	2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación	En la zona se ha construido estanques acumuladores nocturnos. Se ha regularizado los estanques Solor y Guachar, que están en terrenos fiscales dificulta la inversión en terrenos fiscales.
	3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	Los sistemas de distribución han sido optimizados mediante tecnificación. Uso eficiente y consiente del recurso de acuerdo a los requerimientos específicos del cultivo. Se han desarrollado criterios de distribución de caudales equitativos por influencia de cambio de uso de suelo (turismo versus agrícola).
	4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada	Los usos de suelo se han delimitado efectivamente en el territorio, asegurando la superficie cultivada para cada agricultor y demarcando los límites de la urbanización.
Monitoreo de Recursos Hídricos	1) Infraestructura para el monitoreo de recursos en cuanto a calidad y cantidad	Se cuenta con monitoreo permanente de recursos de riego, que permita la implementación de estrategias en épocas de déficit.
	2) Uso de sistemas de información en línea para el monitoreo	Los usuarios cuentan con un sistema de información en tiempo real. Un usuario de la comunidad es capacitado para administrar el sistema de información.

Fuente: Elaboración propia.

b) Productividad Agropecuaria

Ítem	Descriptor / Indicadores	Situación Mejorada
Cultivos y Tecnificación	1) Cultivos actuales y potenciales	Los cultivos se han diversificado gracias al mejoramiento de la calidad de agua y a la tecnificación del riego. Se han realizado estudios para evaluar rendimiento y productividad de otras
	2) Capacidad del territorio	La superficie regada mejorada gracias al saneamiento del suelo y de las aguas.
	3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	Los agricultores han implementado procesos productivos tecnificados que contribuyen al mejoramiento de la producción agrícola y al beneficio propio del agricultor.
Prácticas Productivas y Medio Ambiente	1) Buenas prácticas en la producción agrícola	La producción agrícola es autosustentable con apoyo permanente de organismos capacitados. Se ha implementado turbinas en las comunidades que facilitan la tecnificación del riego.
	2) Presencia de Pasivos Ambientales	Se han implementado medidas para que los PAM no representen riesgo para las actividades agrícolas de la zona, como el entubamiento del río Vilama. Se ha realizado un estudio
	3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	La contaminación de suelo es abatida paulatinamente con medidas eficientes y progresivas. Además, hay mejoramiento de la calidad del agua gracias a la implementación de plantas de

Fuente: Elaboración propia.

c) Gestión de las Organizaciones

Ítem	Descriptor / Indicadores	Situación Mejorada
Gestión Interna	1) Nivel de organización formal de las OUs	Las organizaciones mantienen su condición formal y cuentan con asesoría estable de las instituciones para su desarrollo interno y externo.

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
	2) Nivel de capacitación de celadores y directivos	Los directivos han sido capacitados técnicamente para el uso eficiente del recurso hídrico, en cultivos agrícolas y en las ventajas del trabajo conjunto de la organización. Se han capacitado legalmente para la gestión de acciones legales sobre derechos de agua.
	3) Estado legal de los derechos de aprovechamiento	Los derechos se mantienen constituidos y no hay nuevas concesiones de parte de la institución.
Capital Social	1) Capacidad de liderazgo y motivación de grupos	Las dirigentes mejoran sus capacidades para mantener el funcionamiento de los grupos que organizan y son objetivos e imparciales con todos los usuarios de la comunidad.
	2) Capacidad de propuesta	Los usuarios han potenciado su capacidad de propuesta gracias al apoyo permanente de la institución.
	3) Capacidad de resolución de conflictos	Las comunidades cuentan con instancias de diálogo interno que son apoyadas técnicamente por las instituciones relacionadas con los temas tratados.
	4) Inclusión	En las comunidades se ha implementado programas de fomento a la participación de agricultores jóvenes que conserven la herencia de la organización atacameña.

Fuente: Elaboración propia.

d) Gestión Institucional

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Institucionalidad Pública	1) Presencia de las instituciones en el territorio	La presencia de las instituciones es coordinada, entregando soluciones globales y no parciales a las demandas.
	2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego	Las instituciones públicas dan soluciones a los problemas entregando el financiamiento. Los proyectos implementados permiten la actualización de red de canales.
	3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	Los proyectos ejecutados cuentan con programa de seguimiento y acompañamiento para la detección de oportunidades y mejoras. El impacto ha mejorado gracias a que los proyectos realizados responden a la necesidad local.
Implementación de Proyectos Públicos	1) Nivel de proyectos implementados en el territorio (obras de arte, equipamiento, capacitación, estudios básicos)	Se ha implementado proyectos de riego tecnificado para el uso eficiente de los recursos hídricos.
	2) Participación de usuarios en proyectos de riego	Aumenta la cantidad de proyectos postulados y adjudicados, gracias a la capacitación y el apoyo técnico a las asociaciones y comunidades indígenas.

Fuente: Elaboración propia.

e) Investigación, Desarrollo e Innovación

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego	1) Iniciativas de investigación	Las iniciativas se han ampliado hacia la mejora de las actividades productivas, enfocándose en las condiciones geográficas del territorio.
	2) Iniciativas de transferencia tecnológica	Existe una programación conocida de instancias de transferencia tecnológica acorde a la variabilidad climática de la zona y las condiciones de agua y suelo.

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
	3) Capacidad de adoptar cambios	Mayor familiarización de los usuarios con las iniciativas de estudios y programas implementados en el territorio, lo que favorece la inclusión y la participación del usuario.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.3.5 Zona 5

a) Infraestructura de Riego

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Seguridad de Riego	1) Fuentes de agua	Los agricultores tienen mayor disponibilidad de agua potable para riego.
	2) Calidad de aguas	Asegurar el abastecimiento de permanente para cumplir el ciclo de los cultivos, a través de convenio con Aguas Antofagasta.
		Implementación de inyección de fertilizante y ácido para combatir dureza del agua potable. Incorporación de materia orgánica.
	3) Variabilidad Hidrológica	Convenio con Aguas Antofagasta para tener 1 l/s para las 3 asociaciones (agua de Cordillera). El usuario pagaría el costo del agua puesto en el predio sin pagar el flete. Este convenio podría ampliarse en el tiempo.
	4) Participación de distintas fuentes para el riego	Los agricultores tienen mayor disponibilidad de agua potable para riego.
Superficie Regada	1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción	Implementación de Infraestructura extrapredial para la conducción (Cuenca Agua Verde).
	2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación	Implementación de obras individuales de mayor capacidad. Sería una solución definitiva. Implementación de carpetas en la Cachina y Los Loros.
		Implementación de obras de tecnificación presurizada desde estanques acumuladores de agua. Uso de energía solar.
	3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	Solucionar formalmente la disponibilidad de aguas.
	4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada	Implementación de Infraestructura extrapredial para la conducción (Cuenca Agua Verde).
Monitoreo de Recursos Hídricos	1) Infraestructura para el monitoreo de recursos en cuanto a calidad y cantidad	El agua potable no requiere de monitoreo exhaustivo, ya que cumple con los parámetros de la norma.
	2) Uso de sistemas de información en línea para el monitoreo	Las asociaciones cuentan con un sistema de monitoreo en línea de los caudales y la calidad disponibles para riego.

Fuente: Elaboración propia.

b) Productividad Agropecuaria

Ítem	Descriptor / Indicadores	Situación Mejorada
Cultivos y Tecnificación	1) Cultivos actuales y potenciales	La producción agrícola se ha diversificado y enfocado fuertemente en la producción hortícola de hidroponía, principalmente para auto abastecimiento.
	2) Capacidad del territorio	La productividad en la superficie está maximizada en la superficie disponible. Se han evaluado medidas de mejoramiento de suelos para ampliar la superficie.
	3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	Se han implementado proyectos de cabezales de bombeo para riego presurizado con energía solar.
Prácticas Productivas y Medio Ambiente	1) Buenas prácticas en la producción agrícola	El aceite de oliva cuenta con denominación de origen, entregando mayor plusvalía y rentabilidad a la actividad.
	2) Presencia de Pasivos Ambientales	Los pasivos ambientales son fiscalizados, al igual que los sitios de disposición de algas y residuos.
	3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	Los agricultores tienen la disponibilidad requerida para optimizar la superficie disponible.

Fuente: Elaboración propia.

c) Gestión de las Organizaciones

Ítem	Descriptor / Indicadores	Situación Mejorada
Gestión Interna	1) Nivel de organización formal de las OJAs	Las organizaciones están fortalecidas y han mejorado su actual gestión para abastecer de productos agrícolas a los habitantes de Taltal.
	2) Nivel de capacitación de celadores y directivos	El nivel de capacitación se mantiene actualizado y considera el diseño de estrategias de acción en caso de déficit hídrico y eventos climáticos inusuales.
	3) Estado legal de derechos de aprovechamiento	La situación no puede mejorar, ya que no hay disponibilidad para solicitar derechos.
Capital Social	1) Capacidad de liderazgo y motivación de grupos	Mantenimiento de la buena gestión actual y capacitación de dirigentes para la gestión interna.
	2) Capacidad de propuesta	Se ha mejorado el apoyo de instituciones como INIA y CNR para la ejecución de iniciativas técnicas.
	3) Capacidad de resolución de conflictos	Mantenimiento del nivel de gestión interna y mejora en la coordinación técnica de las organizaciones.
	4) Inclusión	Buscar fórmulas para incluir a agricultores jóvenes. Opciones de fomento a la actividad agrícola.

Fuente: Elaboración propia.

d) Gestión Institucional

Ítem	Descriptor / Indicadores	Situación Mejorada
Institucionalidad Pública	1) Presencia de las instituciones en el territorio	Hay mayor presencia de instituciones con proyectos INDAP intraprediales, CNR extraprediales. Se ha mejorado la accesibilidad a la compra de agua, además se han agilizado las gestiones con BBNN para la regularización de tierras (Desde 1999 se está esperando el traspaso).
	2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego	Se ha subsanado el perfil de los usuarios con regularización de tierras y aguas para acceder a ley 18.450. Se ha dispuesto de capacitaciones técnicas específicas y de una mayor difusión y acercamiento al agricultor desde las instituciones para los procesos de programas de fomento.

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
	3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	Se ha ejecutado proyectos que han contribuido a solucionar la tecnificación del riego y optimización del recurso.
Implementación de Proyectos Públicos	1) Nivel de proyectos implementados en el territorio	Las instituciones han desarrollado proyectos, gracias a una menor exigencia en cuando a los requisitos para postular, ya que no cumplen con el perfil.
	2) Participación de usuarios en proyectos de riego y drenaje	Se han ejecutado proyectos bajo la Ley de Riego. Los usuarios cuentan sistemas de riego tecnificado.

Fuente: Elaboración propia.

e) Investigación Desarrollo E Innovación

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego	1) Iniciativas de investigación	Los usuarios mantienen control y apoyo técnico permanente de los cultivos actuales y potenciales.
	2) Iniciativas de transferencia tecnológica	Se han implementado iniciativas de transferencia con especialistas en la agricultura de la zona, hay presencia de INIA y continuidad en el apoyo específico. Se ha reforzado la transferencia en temas de hidroponía.
	3) Capacidad de adoptar cambios	Se han realizado iniciativas de capacitación para preparar a los usuarios en el uso de nuevos sistemas de riego y cultivos.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.3.6 Zona 6

a) Infraestructura de Riego

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Seguridad de Riego	1) Capacidad de regulación de la cuenca	Los usuarios cuentan con disponibilidad de agua potable para cubrir el ciclo de sus cultivos. No hay aspiraciones a la utilización de agua tratada.
	2) Variabilidad hidrológica	La disponibilidad de agua potable es constante y permanente para el riego.
	3) Calidad de aguas	Se han realizado estudios certificados de la calidad del agua, para mejorarla a través de planta de osmosis inversa o planta desionizadora individual. Se ha evaluado también la instalación de planta desaladora solar individual. Hay una utilización masiva del agua recuperada de las camas hidropónicas.
	4) Participación de distintas fuentes para el riego	Cada parcela cuenta con 200 m ³ /mes (mínimo) de agua.
Superficie Regada	1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción	Se ha implementado una red de distribución extrapredial.
	2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación	Se ha implementado obras individuales de 10 a 15 m ³ (Para asegurar el ciclo mínimo de los cultivos en caso de emergencia).
	3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	Se ha implementado obras de distribución desde estanques acumuladores de agua.

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
	4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada	Los agricultores han maximizado el uso de las parcelas de cultivos.
Monitoreo de Recursos Hídricos	1) Infraestructura para el monitoreo de recursos en cuanto a calidad y cantidad	El agua potable no requiere de monitoreo exhaustivo, ya que cumple con los parámetros de la norma.
	2) Uso de sistemas de información en línea para el monitoreo	Se ha implementado un sistema de monitoreo interno para optimizar el uso y controlar la calidad de las aguas que entran a los predios.

Fuente: Elaboración propia.

b) Productividad Agropecuaria

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Cultivos y Tecnificación	1) Cultivos actuales y potenciales	Los agricultores han diversificado su producción hacia otras hortalizas.
	2) Capacidad del territorio	La capacidad se ha maximizado usando toda la superficie disponible e instaurando cultivos hidropónicos en elevación.
	3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	Cuentan con mayor automatización de procesos productivos. Se ha instalado luz al packing para luego energizar todas las parcelas.
Prácticas Productivas y Medio Ambiente	1) Buenas prácticas en la producción agrícola	Estandarización de medidas de higiene y manejo de invernaderos.
	2) Presencia de pasivos ambientales	Se ha ejecutado medidas para evitar la contaminación de PAM.
	3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	Se ha mejorado la calidad del agua con plantas de tratamiento, aumentando caudal disponible para riego. Se ha evaluado la implementación de mallas antiafidos y alternativas para control de insectos.

Fuente: Elaboración propia.

c) Gestión de las Organizaciones

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Gestión Interna	1) Nivel de organización formal de las OUAs	La organización mantiene su nivel formal y se fortalece para maximizar el rendimiento agrícola y la gestión de recursos hídricos.
	2) Nivel de capacitación de celadores y directivos	La organización cuenta con funcionarios capacitados para la vigilancia de la distribución del recurso. El funcionario tiene las capacidades técnicas para desarrollar su gestión.
	3) Estado legal de derechos de aprovechamiento	No es posible acceder a nuevos derechos superficiales o subterráneos. Se utiliza agua desde el mar previamente desalado.
Capital Social	1) Capacidad de liderazgo y motivación de grupos	La organización se ha fortalecido y se le han entregado las herramientas para una acción coordinada y eficiente. De esta forma se puede mejorar la productividad del grupo.
	2) Capacidad de propuesta	Los productores cuentan con más apoyo técnico institucional y con la presencia de INIA en la zona. Con ello es posible mejorar los sistemas productivos y postular a iniciativas de financiamiento.
	3) Capacidad de resolución de conflictos	La capacidad interna ha mejorado gracias al desarrollo de iniciativas de información y capacitación sobre el funcionamiento interno.

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
	4) Inclusión	La capacidad interna ha mejorado gracias al desarrollo de iniciativas de información y capacitación sobre el funcionamiento interno.

Fuente: Elaboración propia.

d) Gestión Institucional

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Institucionalidad Pública	1) Presencia de las instituciones en el territorio	Las instituciones tienen mayor acercamiento al agricultor, mejorando la oferta de profesionales locales especialistas en hidroponía.
	2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego	Hay mayor fomento de las instituciones, sobre todo en capacidades técnicas y equipos de riego. El fomento es acompañado por apoyo y continuidad de proyectos.
	3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	El impacto aumenta gracias a la implementación de obras extraprediales por medio de la institucionalidad pública.
Implementación de Proyectos Públicos	1) Nivel de proyectos implementados en el territorio (obras de arte, equipamiento, capacitación, estudios básicos)	Se han implementado proyectos de capacitación y estudios básicos, y de implementación de sistema de tratamiento de aguas, aumentando el impacto en la producción agrícola.
	2) Participación de usuarios en proyectos de riego y drenaje	La agrupación es beneficiaria de proyectos como asesorías y apoyos técnicos y sistemas de abatimiento de sales y/o contaminantes del agua.

Fuente: Elaboración propia.

e) Investigación, Desarrollo e Innovación

Ítem	Descriptorios / Indicadores	Situación Mejorada
Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego	1) Iniciativas de investigación	Se han realizado iniciativas de investigación específicas para cultivos hidropónicos, con la implementación de casos pilotos o parcelas demostrativas. En la comuna, INIA desarrolla completa línea investigativa sobre problemáticas relacionadas a la hidroponía.
	2) Iniciativas de transferencia tecnológica	Se mantiene la iniciativa de Nodo CORFO, extendiéndola o continuándola con otras. Los agricultores cuentan con asesoría experta de forma permanente.
	3) Capacidad de adoptar cambios	Los agricultores están capacitados y empoderados sobre los desafíos permanentes de la actividad que desarrollan. Se mantienen alerta y dispuestos a sistemas de trabajo que mejoren su eficiencia.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Validación de Línea Base o Diagnóstico e Imagen Objetivo del Territorio

La imagen objetivo construida para las zonas de riego, junto con el diagnóstico o línea base, han sido validados por los actores del territorio a través de la realización de talleres participativos. El objetivo de las actividades fue dar a conocer a las propuestas, discutir sobre ellas y obtener los aportes de los participantes en relación con las proyecciones futuras de la actividad agrícola y del desarrollo del riego en los territorios.

4.3.1 Metodología de Validación

Para la validación del diagnóstico y de la propuesta de imagen objetivo, se ha convocado a talleres de participación ciudadana, a los cuales se invitó a los actores que participaron de las actividades de las etapas 1 y 2.

Durante el taller, se realizó una presentación del diagnóstico identificado para cada eje temático y los ítems que lo componen. La información estuvo ordenada en una matriz con los ítems descritos, para luego presentar la propuesta de imagen objetivo para cada ítem.

Asimismo, se han explicado las variables consideradas en la proyección de los escenarios y las tendencias definidas. Los aportes realizados por los participantes han sido recogidos durante la actividad, actualizando la descripción de cada ítem.

4.3.1.1 Mecanismo de Validación Aplicado: el Consenso

La metodología de validación aplicada ha sido la de consensuar cada ítem presentado, escuchando las opiniones de los presentes y dialogando sobre las distintas materias. Uno de los facilitadores del taller actuaba como moderador, mientras otro profesional modificaba las láminas con la información presentada. Una vez que la redacción era aprobada, se pasaba a la siguiente lámina.

Si bien este ejercicio ha extendido el horario de los talleres, ha resultado amigable para los presentes y resultado productivo para el estudio, ya que se han consensuado las imágenes objetivas de todas las zonas.

4.3.1.2 Validación de las Instituciones

El documento de imagen objetivo validado a nivel regional ha sido presentado a las instituciones que componen la Comisión Regional de Riego para su pronunciamiento, quienes las han aprobado y validado en asamblea realizada el 16 de septiembre en Calama.

Las propuestas de imagen objetivo validadas por los distintos actores han sido llevadas a la siguiente etapa en la construcción del Plan. A partir de ellas, se determinan las brechas que definen las iniciativas a proponer para mejorar la gestión del riego y de los recursos hídricos.

4.3.1.3 Actividades PAC de Validación de la Imagen Objetivo

Las actividades de validación con los usuarios se han realizado en las fechas y lugares indicados en la tabla siguiente. Para mejorar la representatividad y validar los trabajos con el mayor número de actores posibles, se han repetido los talleres en algunas zonas, intentando asegurar una óptima convocatoria y participación de los actores implicados.

Esta decisión fue tomada en respuesta a la demanda de los participantes de las primeras asambleas, quienes manifestaron la necesidad de hacer extensiva la validación en asambleas ampliadas en todas las comunidades.

De este modo, durante el primer taller de la Zona 1 se ha acordado con la asamblea realizar 4 actividades más, según se indica en la tabla siguiente, realizando 5 actividades en total. En la zona 2 se han realizado 2 actividades extras; y en la zona 4 se ha realizado sólo un nuevo taller. En las zonas 5 y 6 se ha desarrollado un único taller, ya que en ambos la asamblea ha sido suficientemente representativa de las organizaciones presentes en estos sectores. Los medios de verificación de estas actividades, se encuentran en el Anexo 24.

Tabla 4-1 Actividades de validación de Diagnóstico e Imagen Objetivo

Zona	Fecha	Lugar	NºAsistentes
Zona 1	21/04/2016	Centro de Eventos El Toconar	17
	12/05/2016	Sede Social Peine	31
	12/05/2016	Sede Social Socaire	47
	13/05/2016	Hostal Toconao	2
	14/05/2016	Sede Social Camar	28
Zona 2	19/04/2016	Sede Junta de Vecinos Chiu Chiu	7
	27/05/2016	Sede Junta de Vecinos Chiu Chiu	10
	28/052016	Sede Social Ollague	7
Zona 3	22/04/2016	Sede ASAC	17
Zona 4	20/04/2016	Sede Junta de Vecinos SPA	14
	20/05/2016	Sede Junta de Vecinos SPA	7
Zona 5	26/04/2016	Biblioteca Pública Taltal	21
Zona 6	25/04/2016	Sede ASGRALPA	25
TOTAL			233

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Actores Participantes

En todos los talleres participativos de validación de la imagen objetivo, las convocatorias se han realizado de forma personal y han estado a cargo de los profesionales que trabajan directamente en el territorio, con apoyo de facilitadores en las zonas en las que se desarrollan las comunidades indígenas.

Entre los asistentes a las actividades de la tercera etapa, la participación de hombres ha sido de un 42,6% y la de mujeres de un 57,4%, con lo que se ha cumplido con la perspectiva de género, que busca incorporar la visión de las mujeres en el Plan de Riego.

La participación de las personas indígenas ha sido alta: un 75,65% en las zonas con comunidades indígenas. Las visitas a las comunidades a lo largo del desarrollo del proyecto han permitido difundir el Plan y fomentar la participación de sus dirigentes, y legitimarlo ante las comunidades indígenas. Además, esta legitimación se reforzará próximamente presentando los avances del Plan en las reuniones de las Áreas de Desarrollo Indígena, ADI, tal como se ha venido realizando desde el inicio del proyecto.

A continuación, se describen los actores que han participado en las actividades, donde se identifican las organizaciones, la cantidad de hombres, mujeres y la participación de personas de las comunidades indígenas.

a) Zona 1

Esta zona abarca las comunidades ubicadas en la cuenca hidrográfica del Salar de Atacama, entre las que destacan los sectores de Camar, Peine, Socaire, Toconao y Talabre.

Los actores que participaron de las actividades, fueron los siguientes:

- Consejo de Pueblos.
- Asociación de agricultores de Zapar.
- PDTI Atacama la Grande.
- Asociación de regantes de Soncor.
- Comunidad atacameña de Toconao.
- Asociación de agricultores y regantes de Toconao.
- Agricultores de Talabre.
- Agricultores de Peine.
- Agricultores de Socaire.
- Agricultores de Camar.
- Comisión Nacional de Riego, nivel regional.

Tabla 4-2 Resumen de participantes en talleres Zona 1

Actividad	N° de hombres	N° de mujeres	N° de personas indígenas	Total
Taller Toconao	7	10	16	17
Taller Socaire	15	31	45	46
Taller Peine	17	12	29	29
Taller Camar	13	15	28	28
Taller Aguas Blancas	1	1	1	2

Fuente: Elaboración propia.

a) Zona 2

En la zona 2 se encuentran las localidades del extremo oriente de las cuencas del río Loa y del Salar de Michincha, con los poblados de Chiu Chiu, Lasana y Ollague. Para validar la imagen objetivo, se han realizado tres talleres, dos en Chiu Chiu y uno en Ollague. Los actores que han participado de las actividades de Chiu – Chiu fueron los siguientes:

- Comunidad Canal Grande.
- Comunidad Canal La Banda.
- Servicio país.
- Comisión Nacional de Riego, nivel central.
- Comisión Nacional de Riego, nivel regional.
- Comunidad de Chiu-Chiu.

Tabla 4-3 Resumen de participantes en talleres Zona 2

Taller	N° de hombres	N° de mujeres	N° de personas indígenas	Total
Taller Chiu Chiu 1	4	3	4	7
Taller Chiu Chiu 2	3	7	10	10
Taller Ollague	3	4	7	7
Total	10	14	21	24

Fuente: Elaboración propia.

b) Zona 3

La zona 3 contempla la ciudad de Calama, y las comunidades de usuarios cercanas a ella. Dentro de esta área, se encuentran los sectores de Chunchuri, Topater, Yalquincha, Dupont y Berna. Se ha anexado a esta zona, la localidad de Quillagua, por la mejor conectividad con esta zona respecto de la anterior. Los actores que participaron de la actividad fueron los siguientes:

- Comunidad de aguas Canal Chunchuri Bajo.
- Comunidad de aguas Canal Chañas.
- Asociación indígena Lican Tatay.
- Comunidad de aguas Lay Lay.
- Sociedad Agrícola Administradora de Aguas Servidas Tratadas de Calama Poniente.
- Comunidad de aguas canal Coco La Villa.
- Asociación de agricultores de Calama, ASAC.
- Comisión Nacional de Riego, nivel central.

Tabla 4-4 Resumen de participantes en talleres Zona 3

N° de hombres	N° de mujeres	N° de personas indígenas	Total
6	11	16	17

Fuente: Elaboración propia.

c) Zona 4

La zona 4 incluye la porción norte de la cuenca hidrográfica del Salar de Atacama, abarcando a las localidades de San Pedro, Coyo, Solcor y Rio Grande, entre otras. Para validar la imagen objetivo, se han realizado dos talleres. Los actores que participaron de las actividades han sido los siguientes:

- Asociación Río Vilama.
- Ayllu Grupo 2 Checar.
- Ayllu Grupo 7.
- Solor Grupo 5.
- Ayllu Grupo 19.
- Hotel Tulor.
- SEREMIA de Agricultura.
- Comisión Nacional de Riego, nivel central.
- Comisión Nacional de Riego, nivel regional.

Tabla 4-5 Resumen de participantes en talleres Zona 4

Taller	N° de hombres	N° de mujeres	N° de personas indígenas	Total
Taller 1	9	5	10	14
Taller 2	3	4	7	7
Total	11	9	17	21

Fuente: Elaboración propia.

d) Zona 5

La zona 5 implica la zona costera de Tal-Tal. Los actores que participaron de la actividad fueron los agricultores de las tres organizaciones que trabajan en la zona: Los Loros, La Cachina y El Hueso.

Tabla 4-6 Resumen de participantes en talleres Zona 5

N° de hombres	N° de mujeres	N° de personas indígenas	Total
3	18	0	21

Fuente: Elaboración propia.

e) Zona 6

La zona 6 implica la zona costera de la ciudad de Antofagasta. Los actores que participan de la actividad han sido los agricultores de la Agrupación Altos la Portada, que es la organización que representa a los trabajadores agrícolas de la zona.

Tabla 4-7 Resumen de participantes en talleres Zona 6

N° de hombres	N° de mujeres	N° de personas indígenas	Total
15	10	0	25

Fuente: Elaboración propia.

f) Total Regional

La participación de población indígena en los talleres de validación de imagen objetivo ha sido de un 75,65%. Este promedio es casi un 100% alto si se consideran las zonas 1, 2, 3 y 4 solamente. En las zonas 5 y 6 no hay población indígena. La participación de las mujeres ha sido mayor que la de los hombres, con un 57,4%.

Tabla 4-8 Resumen de participación comunidades indígenas

Indígenas	No indígenas	Total
174	56	230
75,65 %	24,35%	100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-9 Resumen de participación total en actividades

N° de hombres	N° de mujeres	Total
98	132	230
42,6%	57,4%	100%

Fuente: Elaboración propia

Con estos resultados, la evaluación de la convocatoria es positiva. La interacción directa (cara a cara) es la preferida por dirigentes y comunidades. Las principales acciones que han dado legitimidad al proceso son las visitas a terreno, identificar a los profesionales, las conversaciones previas a los talleres y el seguimiento posterior a las actividades.

4.4 Sistematización de la Información y Elaboración del Documento de Imagen Objetivo del Territorio

A continuación, se presenta el Diagnóstico y la Imagen Objetivo obtenidos como resultado de las actividades de participación detalladas a con. Cada una de ellas es producto del consenso al cual se ha llegado con los participantes de los talleres, lo que les entrega el carácter de validado.

En cada uno de los talleres participativos, la información levantada correspondió a las opiniones basadas en las percepciones de los usuarios, en relación con los distintos temas consultados.

El diagnóstico puede diferir con el presentado en el punto 3.11 del presente informe, dado que lo validado por la comunidad ha sido actualizado con la información bibliográfica y recopilada en terreno. Como se indicaba al comienzo de este capítulo, la imagen objetivo o situación futura corresponde al conjunto de ideas principales de lo que se quiere lograr para el desarrollo del riego en los territorios. Para ello es relevante la consideración de las variables: variabilidad climática, crecimiento poblacional, disponibilidad hídrica y demanda de recurso hídrico.

A medida que se fue avanzando en los talleres de participación, junto con CNR se acordó reducir el volumen de Ítems a validar, dada las extensas jornadas de validación. Algunos descriptores fueron refundidos en uno y algunos Ítems fueron unificados.

Para las zonas en que se realizó más de una actividad de validación, se ha compilado la información en los diferentes ejes temáticos, para homogeneizar por territorio. Se presentan a continuación:

4.4.1 Zona 1

4.4.1.1 Eje Temático Infraestructura de Riego

a) Ítem Seguridad de Riego

Descriptores	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Capacidad de regulación de la cuenca	Se ha comprobado que la cuenca no tiene capacidades naturales de regulación, produciendo inundaciones y aluviones durante eventos climáticos extremos.	Estudiar y evaluar el comportamiento hidrológico de las quebradas en el sector. Desarrollar un programa de fondos de respuesta a emergencia, que no quede sujeto a concurso.
2) Variabilidad hidrológica	Los recursos hídricos son limitados en época estival, sin uso agrícola en invierno. Hay zonas con déficit, y cuentan con distintas estrategias no formales de acción en tiempos de déficit (Variación en los turnos y tiempo de riego).	Mejorar sistemas de acumulación, aprovechar el recurso agua para la agricultura. Asegurar la disponibilidad de recurso suficiente en épocas de sequía y verano.
3) Calidad de aguas	El agua tiene altos índices de boro, arsénico, sedimentos (arena) y conductividad eléctrica. Hubo una planta de tratamiento, semiautomática que tuvo buen funcionamiento, pero faltó informe de costos para evaluación.	Implementación de sistemas de abatimiento convencionales y no convencionales para diversificación de cultivos y oportunidad de nuevos negocios. Capacitación por transferencia de conocimientos, ejemplo piloto replicable, para nuevos emprendimientos agrícolas.

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
4) Participación de distintas fuentes para riego	El agua de riego proviene desde flujo superficial. No se usan otras fuentes de agua para el riego.	Diversificación de fuentes con el uso de pozos, acumulación de aguas lluvia, captar aguas desde ríos y vertientes desde la cordillera.

Fuente: Elaboración propia.

b) Ítem Superficie Regada

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción	Infraestructura de canales antigua y en mal estado por avenidas y aluviones. Hay pérdida de agua y superficies sin regar. No hay infraestructura de captación, no se capta la totalidad de las aguas de las vertientes.	Mejorar sistemas de canales, recuperar superficies abandonadas por falta de agua. Mejorar la captación con infraestructura y así captar la totalidad del recurso hídrico necesario para riego.
2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación	Los estanques mayores están en mal estado, con continuo embancamiento, y las compuertas también están en mal estado. Pocos agricultores tienen estanques menores en cada comunidad, cuyo principal uso es riego tecnificado, mejorando la eficiencia en riego.	Fomentar la construcción de sistemas para suplir la falta de agua estival con opciones con riego tecnificado o gravitacional sin perder las tradiciones. Ampliar o recuperar la superficie de cultivo, diversificando la producción. Mejorar sistemas de acumulación, aprovechar el recurso agua para la agricultura.
3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	Antiguamente se desarrollaron obras. Actualmente, en general hay pérdidas por compuertas y bocatamos en mal estado.	Construcción de nuevas compuertas y válvulas, mejor manejo para agricultores para cuidar el recurso. Evaluación técnica de turbinas micro hidroeléctricas.
4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada	La superficie de riego disminuye con el tiempo, por la falta de agua y avanzada edad de los agricultores, por cambio de rubro productivo (minería, turismo) y subdivisiones de predios por sucesión.	Mejorar sistemas de riego, innovar en agricultura, se atrae a agricultores jóvenes, a través de disposición de terreno, agua y transferencia tecnológica (caso ejemplo en Talabre).

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1.2 Eje Temático Productividad Agropecuaria

a) Ítem Cultivos y Tecnificación

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Cultivos actuales y potenciales	Los cultivos actuales son maíz, quínoa, hortalizas, frutales mayores y menores y alfalfa, con presencia de árboles endémicos (algarrobos y chañar). Se observan problemas de manejo en cultivos. Los agricultores indican que no hay regularización en el faenamiento del ganado.	Diversificar y dar valor agregado a los productos agrícolas con la denominación de origen. Ejecución de programas de Transferencia en técnicas cultivos. Buscar alternativas de faenamiento de ganado (canchas móviles).
2) Capacidad del territorio	La zona cuenta con capacidad de ampliar la superficie y mejorar la producción, pero se requiere de intervención de las instituciones para mejorar.	Con infraestructura y tecnificación, hay un mejoramiento y mejor eficiencia en el uso del recurso, con amplia área de cultivo y ganadería. Se generan procesos de regularización de tierras.
3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	La tecnificación de riego es escasa en cada comunidad, no hay procesos productivos tecnificados, a excepción del caso de Talabre.	Generar proyectos, masificar y capacitar en procesos productivos. Transferencia y capacitación. Seguimiento y continuidad de los proyectos.

Fuente: Elaboración propia.

b) Ítem Practicas Productivas y Medio Ambiente

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Buenas prácticas en la producción agrícola	No existen producciones agrícolas de envergadura. Existen algunos ejemplos de BPA, de policultivos, de uso de abono orgánico, aunque principalmente se desarrolla la agricultura familiar. Hay ejemplos en Toconao con Viñas e invernaderos en Socaire, implementación de Turbinas, riego por goteo, y paneles solares.	Producción agrícola autosustentable, sin perder el patrimonio ancestral (preservar el germoplasma de semillas en frutales y hortalizas). Ampliar el uso de ERNC para más comunidades en actividades en la innovación de la agricultura. Beneficio directo al agricultor.
2) Presencia de Pasivos Ambientales	Pasivos mineros que disminuyen el agua disponible para riego, que generan polución en plantas, animales.	Fiscalizar las medidas de mitigación de la minería. Reforestación con árboles nativos por parte de las compañías mineras. Exigir medidas de compensación a las mineras. Apuntar la reducción del uso de agua dulce, por parte de la minería.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1.3 Eje Temático Gestión de las Organizaciones

a) Ítem Gestión Interna

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Nivel de organización formal de las OUAs	Comunidades y Asociaciones Indígenas organizadas. No existen comunidades de agua formalizadas bajo el código de aguas.	Mantención de la comunidad y Asociación organizada.
2) Nivel de capacitación de directivos	Las comunidades y Asociaciones no cuentan con capacitación técnica y legal para la gestión interna y acciones legales externas.	Capacitación técnica y legal para el uso eficiente del recurso hídrico, en cultivos agrícolas y en las ventajas del trabajo conjunto de la organización.
3) Estado legal de los derechos de aprovechamiento	Las comunidades tienen constituidos derechos superficiales, pero se han tenido que oponer constantemente a solicitudes terceros.	Solicitar derechos de agua subterránea e inscribir a nombre de las comunidades.

Fuente: Elaboración propia.

b) Ítem Capital Social

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Capacidad de liderazgo y motivación de grupos	Las comunidades indígenas están empoderadas de sus derechos sobre el territorio que habitan, aunque son débiles en capacidades para motivar e incentivar a los usuarios.	Los dirigentes de las comunidades cuentan con las herramientas y capacidades para atraer a los usuarios y mejorar la gestión del recurso.
2) Capacidad de propuesta	La capacidad de propuesta es baja, es necesario un apoyo técnico para proponer proyectos.	Los agricultores se han capacitado para mejorar la capacidad de propuesta, además cuentan con apoyo institucional permanente.
3) Capacidad de resolución de conflictos	Se requiere una formalización de las comunidades que les de la capacidad de presentar acciones internas y hacia terceros.	Capacitar a los usuarios en los beneficios de tener organizaciones y unificadas: legales, oposiciones, postulación a proyectos.
4) Inclusión	Se incluye a hombres y mujeres en las organizaciones existentes, con fuerte presencia de comunidades indígenas.	Buscar fórmulas para incluir a comunidades y pequeño agricultor. Opción de postular a concursos, mejora en la agricultura.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1.4 Eje Temático Gestión Institucional

a) Ítem Institucionalidad Pública

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Presencia de las instituciones en el territorio	Destaca CNR en embalses y canal matriz además de apoyo de INDAP. Los usuarios perciben falta de coordinación entre instituciones.	CNR ya está en conocimiento de problemáticas: se requiere gestionar y direccionar a nuevos concursos, que INDAP establezca nuevas metas para la zona.
2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego	El fomento es bajo, ya que por bases no todas las asociaciones y particulares pueden participar de concursos de riego. Los consultores regionales de riego de CNR están inactivos.	Mayor flexibilidad en bases de postulación, además la ejecución de proyectos mejora la condición de trabajo. Se capacita a consultores locales, mejorando la oferta de profesionales. Mayor difusión de concursos y acercamiento al pequeño agricultor.
3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	Gran parte de los proyectos están en desarrollo, sin evaluación final ni continuidad. Varios proyectos han sido abandonados por problemas imposibles de solucionar por el agricultor. Si hay proyectos exitosos, son los que tienen continuidad.	Seguimiento y detección de errores para solucionarlos y mejorar el impacto de los proyectos.

Fuente: Elaboración propia.

b) Ítem Implementación de Proyectos Públicos

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Nivel de proyectos implementados en el territorio	CNR ha implementado embalses, y cuentan con la presencia de INDAP con programa PDTI. Además, han tenido asistencia técnica de SQM, experimentando con invernadero de hidroponía. Gaviones en quebradas.	Abarcar a más comunidades y pequeño agricultor, apoyo a la agricultura de la Región. Desarrollo y nuevas iniciativas., posibilidad de negocio.
2) Participación de usuarios en proyectos de riego	Sólo algunas comunidades cuentan con recursos para postular a proyectos de riego, el pequeño agricultor difícilmente puede realizar el aporte propio.	Hacer seguimientos, empoderar a los agricultores, replicarlos. Permanencia en el tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1.5 Eje Temático Investigación, Desarrollo e Innovación

a) Ítem Investigación Desarrollo e Innovación para el Riego

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Iniciativas de investigación	En bajo porcentaje, sólo iniciativas de riego por aspersión y goteo, pocos con programadores y sin caudalímetro.	Se atiende a las necesidades solicitadas por los agricultores, generando propuestas y concretarlas, investigación y transferencia tecnológica.
2) Iniciativas de transferencia tecnológica	No se han desarrollado iniciativas siendo necesarias y solicitadas por los agricultores, sobre todo para dar continuidad a agricultores jóvenes.	Se han realizado capacitaciones y proyectos con predios experimentales, logrando recuperación de superficie cultivable, eficiencia del recurso agua y diversificación de cultivo, abriendo posibilidad de nuevos negocios.
3) Capacidad de adoptar cambios	Existe la capacidad y la disposición para el uso de innovación que contribuya a mejorar el riego y la agricultura.	Mayor familiarización de los usuarios con las iniciativas de estudios y programas

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
		implementados en el territorio, lo que favorece la inclusión y la participación del usuario.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2 Zona 2

4.4.2.1 Eje Temático Infraestructura de Riego

a) Ítem Seguridad de Riego

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Capacidad de regulación de la cuenca	El riego en la zona proviene desde recursos de agua superficial, la que se caracteriza por la alta salinidad y carga de boro. La calidad es variable entre las secciones de la cuenca. En la cabecera, se ha medido valores máximos de 0,3 mg/l de arsénico, 9,0 mg/l de boro y 735,1 mg/l de cloruros. En la zona de Quillagua, los valores máximos medidos son 7,6 mg/l de arsénico, 117,5 mg/l de boro y 8976 mg/l.	Se ejecutan estudios e iniciativas para el mejoramiento de la calidad del agua y la diversificación de fuentes para el riego.
2) Variabilidad hidrológica		
3) Calidad de aguas		
4) Participación de distintas fuentes para el riego		

Fuente: Elaboración propia.

b) Ítem Superficie Regada

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción	La implementación de infraestructura es suficiente, hay obras de conducción y revestimiento de canales y algunos estanques de acumulación. Sin embargo, no hay proyectos de riego tecnificado que haga más eficiente el uso del recurso y el aumento de la superficie regada. Hay disponibilidad de ampliación de la superficie regada.	Las comunidades cuentan con obras de acumulación menor para los usuarios, lo que se ha acompañado de proyectos de tecnificación para la distribución de aguas. La superficie de riego se ha aumentado gracias a las mejoras obtenidas en calidad del suelo y del agua y a las obras implementadas.
2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación		
3) Obras de tecnificación para distribución del agua		
4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada		

Fuente: Elaboración propia.

c) Ítem Monitoreo de Recursos Hídricos

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Infraestructura para el monitoreo de	No existen un sistema formal de monitoreo de la calidad de aguas ni del caudal. Los	Se ha implementado un sistema de monitoreo permanente de recursos, en el

Descriptorios	Diagnóstico	Imagen Objetivo
recursos en cuanto a calidad y cantidad	agricultores se organizan internamente para la distribución interna del recurso.	que la comunidad elige un miembro que es capacitado para la supervisión permanente, control y difusión del estado de los recursos. Se cuenta con un protocolo de acción (Plan de Emergencia) en caso de alteraciones respecto de las condiciones naturales (desbordamientos).
2) Uso de sistemas de información en línea para el monitoreo		

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.2 Eje Temático Productividad Agropecuaria

a) Ítem Cultivos y Tecnificación

Descriptorios	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Cultivos actuales y potenciales	No existe variabilidad en los cultivos, aunque hay desarrollo de invernaderos. La mayor representatividad la tiene la alfalfa y el maíz desarrollados en cultivos tradicionales sin procesos productivos modernizados. El territorio actual no tiene capacidades de desarrollo sin una intervención.	Se ha logrado diversificar los cultivos, con ayuda del control del hongo en la zanahoria y con la implementación de proyectos de invernadero.
2) Capacidad del territorio		
3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)		

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.3 Eje Temático Gestión de las Organizaciones

a) Gestión Interna

Descriptorios	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Nivel de organización formal de las OUAs	En la zona existen Organizaciones de usuarios formalmente constituidas, que conviven con las comunidades indígenas. Poseen derechos de agua, pero no tienen capacitación de dirigentes y celadores para la gestión interna y externa de la organización. Las directivas no están actualizadas para la postulación a proyectos CNR.	Las OUAs constituidas tiene capacidades técnicas y legales. Cuentan con apoyo permanente de las instituciones para su accionar. Pueden presentar recursos legales de oposición y pueden fiscalizar y castigar a quien cometen extracción ilegal de las aguas.
2) Nivel de capacitación de celadores y directivos		
3) Estado legal de los derechos de aprovechamiento		

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.4 Eje Temático Gestión Institucional

a) Ítem Institucionalidad Pública

Descriptorios	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Presencia de las instituciones en el territorio	La mayor representatividad está dada por la CONADI y en segundo lugar DOH e INDAP. Los usuarios perciben que las instituciones actúan de forma independiente y descoordinada. Existe una oferta insuficiente de consultores de riego, lo que disminuye la adjudicación de proyectos de fomento. Empresas privadas han realizado aportes económicos sustentan la falta de las instituciones.	Existe una presencia estable y continua de la CNR en la zona. Hay proyectos concretos de acuerdo a las necesidades que los usuarios ya tienen identificadas. CNR destina recursos a invertir a través de consultores de riego, aumentando la tasa de proyectos presentados (y adjudicados) a la ley.
2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego		
3) Impacto de proyectos		

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
implementados por la institucionalidad		

Fuente: Elaboración propia.

b) Ítem Implementación de Proyectos Públicos

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Nivel de proyectos implementados en el territorio.	No existe postulación a proyectos de riego presurizados, sólo se han implementado obras de conducción y revestimiento de canales. La postulación a proyectos de riego es baja en toda la región.	Se amplía la postulación a proyectos de riego presurizados.
2) Participación de usuarios en proyectos de riego		Se mejora la eficiencia de agua en los cultivos y por ende el rendimiento de éstos.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.5 Eje Temático Innovación, Desarrollo e Innovación

a) Innovación, Desarrollo e Innovación para el Riego

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Iniciativas de investigación	No existen iniciativas en sistemas de riego presurizados. La transferencia tecnológica se realiza de manera general a través del INDAP (PDTI). No se ha desarrollado iniciativas que tengan impacto. Proyectos de quínoa sin resultados por la dificultad en el procesamiento productivo.	Se realiza permanentemente la transferencia tecnológica desde la instalación al funcionamiento de los sistemas de riego.
2) Iniciativas de transferencia tecnológica		La transferencia tecnológica es de alto nivel técnico de acuerdo a la experiencia de los agricultores. Implementación de maquinarias y equipos para el cultivo de la quínoa.
3) Capacidad de adoptar cambios		

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3 Zona 3

4.4.3.1 Eje Temático Infraestructura de Riego

a) Ítem Seguridad de Riego

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Capacidad de regulación de la cuenca	No hay fiscalización de la cuenca ni del caudal de escorrentía.	Se realiza un estudio de cuencas y solicitud de declaración de agotamiento de las aguas subterráneas.
	Hay un déficit de agua superficial y subterránea. Según los usuarios, la DGA no sabe cuánta agua hay.	Mejoras en el monitoreo por parte de la DGA.
	No hay claridad sobre el agua del río Loa que no llega a Calama. Se está regando en mayor porcentaje con el agua del río Salado.	DGA cumple con la labor fiscalizadora que le corresponde de acuerdo al Código de Aguas. Oficina permanente de la DGA en la ciudad de Calama, con equipo de fiscalizadores.
	Quillagua no cuenta con agua permanente, salvo crecidas del río Loa. Sin embargo, sus canales sí cuentan con agua.	Implementación de sistemas de monitoreo de extracciones y caudal sobre todo en las comunidades de la parte alta del río Loa.
2) Variabilidad hidrológica	Escasa disponibilidad del recurso hídrico con déficit en verano. Durante los meses de invierno se riega menos. El agua se guarda en el tranque Conchi para usar en el verano. Sin	Implementar sistemas de acumulación que capten agua dulce específicamente para los agricultores de Calama.

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
	embargo, el agua no llega a los predios agrícolas. DOH mantiene un catastro del caudal mensual que le corresponde a Calama, pero no se respeta.	Hacer un desvío de las aguas que le corresponden a Calama.
3) Calidad de aguas	Agua muy salina con alta carga de Boro, Arsénico y Sales (CE).	Implementación Sistemas de tratamiento (Comunitarias o Individuales).
	Contaminación por basura en el río y los canales.	Difusión y educación a la comunidad sobre el respeto a la actividad agrícola de Calama.
	Presencia de coliformes fecales en secciones del río y canales.	Capacitación para el uso de la planta.
4) Participación de distintas fuentes para el riego	El agua para riego proviene desde flujo superficial río Salado. No se usan otras fuentes de agua para riego.	Estudio exploración de recursos subterráneos para la agricultura. Destinar el agua dulce para riego y que la minería use agua de mar.

Fuente: Elaboración propia.

b) Ítem Superficie Regada

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción	Hay muchos canales internos de tierra, se generan muchas pérdidas. Varios están contaminados y con malezas. Hace falta más personas que tienen derecho, pero no pueden usarlo (Servidumbre).	Mejorar canales con revestimiento (Disminuir la burocracia facilitar el acceso a los fondos), ampliando la red de canales. Los usuarios plantean un canal para Calama desde Chiu Chiu con fiscalización y administración.
2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación	Se observa la escasez de infraestructura de estanques individuales. No hay obras de mayor envergadura.	Ampliar el uso de sistemas de acumulación individuales y comunitarios, lo que permitiría establecer sistemas de riego presurizado.
3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	Las compuertas están en mal estado, se truncan y se oxidan. Se han desarrollado algunos ensayos con resultados esperanzadores.	Evaluar la implementación de sistemas de riego optimizados mediante tecnificación, replicando experiencias exitosas. Siempre y cuando sea agua dulce.
4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada	Se ha observado la disminución de superficie agrícola, por la expansión urbana y otras actividades económicas. Existe el abandono de la agricultura en favor de la minería.	Generación de programas de incentivo al desarrollo de actividades agrícolas. La municipalidad considera la actividad agrícola en la elaboración del Plano regulador, con apoyo de la DOM en la construcción de viviendas sobre los canales. Evaluación de sistemas de abatimiento de contaminación de suelo y del agua. Fiscalización de la autoridad sanitaria sobre el vertido de residuos domésticos en los canales. Fiscalización de la servidumbre de los canales por parte de la DGA.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3.2 Eje Temático Productividad Agropecuaria

a) Ítem Cultivos y Tecnificación

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Cultivos actuales y potenciales	Los cultivos actuales son maíz preferentemente y alfalfa. Además, tienen la potencialidad para mejores cultivos por tratamiento de aguas.	Diversificación de cultivos gracias al saneamiento de suelos, obras de mejoramiento de calidad de aguas y al uso de aguas tratadas a partir de plantas de tratamiento individuales.
2) Capacidad del territorio	La zona tiene capacidad de ampliar la superficie cultivada, pero se requiere intervención.	Ampliación de la superficie regada gracias a la mejora en la calidad de aguas y saneamiento de suelos.
3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	Baja tecnificación por las condiciones del agua, no se usan procesos productivos tecnificados.	Proyectos de tecnificación en aguas de mejor calidad. Procesos productivos que facilitan la labor agrícola.

Fuente: Elaboración propia.

b) Ítem Prácticas Productivas y Medio Ambiente

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Buenas prácticas en la producción agrícola	No existen producciones agrícolas de envergadura, se desarrolla de la agricultura familiar y tradicional.	Se tiene una producción agrícola autosustentable, con procesos productivos tecnificados y con uso de ERNC (paneles solares).
2) Presencia de Pasivos Ambientales	Existe presencia de pasivos mineros que potencian la contaminación del suelo y del agua, donde el caso más crítico en Quillagua.	Hay mayor fiscalización de contaminación minera, exigir a la minería el uso del agua de mar e incluirlos en sus DIA y EIA.
3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	Las restricciones son la mala calidad de agua para riego y la contaminación del suelo.	Mejoramiento de la calidad de agua y abatimiento de contaminantes del suelo.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3.3 Eje Temático Gestión de Organizaciones

a) Ítem Gestión Interna

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Nivel de organización formal de las comunidades	Cuentan con comunidades de agua constituidas legalmente, más la Asociaciones de agricultores.	Se mantiene y mejora la organización a instancias que permitan mayor valor. Formación de junta de regantes.
2) Nivel de capacitación de directivos	Cuentan con oportunidades de capacitación para la gestión, pero no se aprovecha. Los celadores no tienen seguridad laboral, ya que trabajan sin contrato.	Capacitación a dirigentes y celadores, logrando mejor distribución y respeto a los turnos. Regularizar la situación de contrato y seguridad legal de celadores.
3) Estado legal de los Derechos de Aprovechamiento	Personas que vendieron derechos siguen regando ya que celadores entregan o la organización los vende. Hay derechos perdidos por sucesión y venta de derechos a las mineras.	Regularización y Fiscalización de derechos

Fuente: Elaboración propia.

b) Organizaciones Ítem Capital Social

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Capacidad de Liderazgo y motivación de grupos	Diversidad de organizaciones que no están coordinadas para un trabajo conjunto. Las directivas no tienen liderazgo.	Fortalecimiento de las comunidades a través de la capacitación sobre los beneficios de la formalización de la organización.
2) Capacidad de Propuesta	Es necesario un apoyo técnico para la propuesta de proyectos.	Apoyo técnico y difusión más amplia de las instituciones.
3) Capacidad de resolución de conflictos	Conflictos internos no resueltos en el reparto y uso de agua de quienes no tienen derechos.	Capacitar a los usuarios para fortalecer organizaciones.
4) Inclusión	Se incluye a hombres y mujeres en organizaciones, con presencia de comunidades indígenas.	Incentivar a jóvenes en las organizaciones que preservan la actividad agrícola de la zona.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3.4 Eje Temático Gestión Institucional

a) Ítem Institucionalidad Pública

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Presencia de las instituciones en el territorio	Apoyo de CNR, CONADI, INDAP, SAG, CORFO. Los usuarios perciben mucha burocracia para acceder a las instituciones y falta de coordinación en la gestión.	Apoyo de la institución al desarrollo de las organizaciones. Acción conjunta y coordinación para maximizar el fomento al riego y desarrollo agrícola.
2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego	El nivel de fomento es bajo e individualizado, además no hay oferta de consultores de riego y falta información de los programas de fomento.	Capacitación a consultores, mejoramiento de la oferta de profesionales locales. Mayor difusión y acercamiento al pequeño agricultor.
3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	Proyectos están en desarrollo, sin evaluación final ni continuidad. Proyectos abandonados por problemas imposibles de solucionar por el agricultor. Si hay proyectos exitosos, son los que tienen continuidad.	Seguimiento y detección de errores para solucionarlos y mejorar el impacto de los proyectos. Mejorar en base a estudios.

Fuente: Elaboración propia.

b) Ítem Implementación de Proyectos Públicos

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Nivel de proyectos implementados en el territorio	Se han desarrollado proyectos de canalización y revestimiento, pero es escasa la transferencia y las iniciativas de distribución de parte de las instituciones. Hay iniciativas implementadas por empresas privadas, impulsadas como actividades de compensación ambiental.	Abarcar a más comunidades y pequeño agricultor, apoyo a la agricultura de la Región. Desarrollo de nuevas iniciativas abriendo posibilidad de negocios.
2) Participación de usuarios en proyectos de riego	Sólo algunas comunidades cuentan con recursos para postular a proyectos de riego, el pequeño agricultor difícilmente puede aportar grandes sumas.	Hacer seguimientos, empoderar a los agricultores, y replicar proyectos exitosos. Mejorar la permanencia de los proyectos en el tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3.5 Eje Temático Investigación, Desarrollo e Innovación

a) Ítem Investigación, Desarrollo e Investigación para el Riego

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Iniciativas de investigación	No se han implementado iniciativas de investigación, aunque hay casos excepcionales como el desarrollado por Lomas Bayas.	Atender a las necesidades solicitadas por los agricultores, generar propuestas de investigación y transferencia tecnológica.
2) Iniciativas de transferencia tecnológica	No se han implementado iniciativas de transferencia en la zona, hay necesidades tecnológicas sin atender.	Desarrollo de capacitaciones con predios experimentales para la recuperación de superficie agrícola y diversificación de cultivo.
3) Capacidad de adoptar cambios	Existe la capacidad y la disposición para el uso de innovación que contribuya a mejorar el riego y la agricultura.	Mayor familiarización de los usuarios con las iniciativas implementadas en el territorio, lo que favorece la inclusión y la participación.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4 Zona 4

4.4.4.1 Eje Temático Infraestructura de Riego

a) Ítem Seguridad de Riego

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Capacidad de regulación de la cuenca	No existe un control sobre la extracción de recursos desde la cuenca, la fuente de agua está agotada. Además, personas que no son agricultores, se oponen a construcción de tranque.	Estudio de cuencas para determinar las opciones de conducción. Generación de obras de acumulación en río Vilama para los tiempos de escasez y desvío para llegar con menor contenido de sales a San Pedro.
2) Variabilidad hidrológica	Hay disponibilidad de agua en invierno y es limitada en época estival.	Asegurar la disponibilidad de agua durante todo el año a través de obras de arte.
3) Calidad de aguas	Alta conductividad eléctrica, presencia de metales pesados como arsénico y plomo, además de presencia de basura en canales.	Estudios calidad de agua de riego, análisis y presencia de metales pesados. Campaña de educación y medidas de protección de canales.
4) Participación de distintas fuentes para el riego	La mayoría de las fuentes de agua para riego provienen de fuente superficial.	Presentar la solicitud de declaración de agotamiento del acuífero.

Fuente: Elaboración propia.

b) Ítem Superficie Regada

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción	Se ha ejecutado proyectos de riego tecnificado y de conducción. Hay canales en malas condiciones, con obstrucción por basuras, mientas que los canales intraprediales son zanjas de tierra. La Infraestructura de bombeo es de pequeña escala, con algunas obras sin uso por mala instalación. Los canales antiguos están dañados, y algunos por raíces de Chañar.	Buscar solución para canales con temas ambientales, y de seguridad. Canalización de Cuchabrache, con canal matriz hasta Solor y Coyo y luego los canales secundarios. Plan de manejo de Chañar (CONAF). Obtener permisos y trabajo en conjunto con consejo de monumentos nacionales.
2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de	Falta de infraestructura de acumulación en los Ayllu de San Pedro de Atacama. Los sistemas menores son escasos, los agricultores no tienen y el mayor uso es para riego tecnificado.	Construcción de estanques acumuladores nocturnos. Regularización de estanques Solor y Guachar, que están en terrenos fiscales dificulta la inversión.

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
acumulación/regulación		
3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	Las compuertas son antiguas y están en mal estado para riego intraprediales. El Río Vilama presenta problemas en la reparación de compuertas.	Implementación de sistemas de distribución optimizados. Uso eficiente y consiente del recurso de acuerdo a los requerimientos específicos del cultivo. Criterio de distribución equitativo por influencia de cambio de uso de suelo (turismo versus agrícola).
4) Disponibilidad de superficie para aumentar zona regada	Disminución superficie cultivable por presión de las actividades turísticas y urbanización.	Delimitación de áreas en el territorio. Superficie cultivada asegurada para agricultor y demarcación de los límites de urbanización.

Fuente: Elaboración propia.

c) Ítem Monitoreo de Recursos Hídricos

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Infraestructura para el monitoreo de recursos en cuanto a calidad y cantidad	Los usuarios declaran que las comunidades no tienen información en relación con calidad y cantidad de los recursos hídricos.	Monitoreo permanente de recursos de riego, que permita la implementación de estrategias en épocas de déficit.
2) Uso de sistemas de información en línea para el monitoreo	Los usuarios declaran que o existen sistemas de información en línea ni de otro medio.	Los usuarios cuentan con un sistema de información en tiempo real. Un usuario de la comunidad es capacitado para administrar el sistema.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4.2 Eje Temático Productividad Agropecuaria

a) Ítem Cultivos y Tecnificación

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Cultivos actuales y potenciales	Los cultivos actuales son principalmente alfalfa, maíz y hortalizas en menor escala. El trigo se dejó de cultivar por falta de mano de obra.	Diversificación de cultivos con el mejoramiento en calidad de agua y la tecnificación. Incorporación de cultivo de quínoa.
2) Capacidad del territorio	Existe limitación en establecimiento de cultivos, por acumulación de sales aumentando la conductividad eléctrica. Reducción de superficie cultivable por aumento de las instalaciones turísticas.	Superficie regada mejorada gracias al saneamiento del suelo y de las aguas.
3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	Se ha implementado proyectos de riego tecnificado de parte de INDAP y CNR (en menor escala). La producción agrícola es de subsistencia.	Procesos productivos tecnificados que contribuyan al mejoramiento de la producción agrícola y al beneficio propio del agricultor.

Fuente: Elaboración propia.

b) Ítem Prácticas Productivas y Medio Ambiente

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Buenas prácticas en la producción agrícola	No existen producciones agrícolas de envergadura, desarrollan la agricultura familiar. Hay escaso uso de guano por elevado costo.	Producción agrícola autosustentable a través de prácticas implementadas por organismos capacitados.
2) Presencia de Pasivos Ambientales	Existe presencia de pasivos mineros que potencian la contaminación del suelo y del agua (río Vilama). Hay contaminación de sales por crecidas en el río San Pedro.	Implementación de medidas para evitar que pasivos mineros afecten la agricultura. Sistema de protección y sistemas de evacuación de emergencia.
3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	La mala calidad de agua y del suelo afecta a algunos cultivos.	Estudio de suelo sobre medidas de abatimiento de contaminación. Mejoramiento de la calidad del agua a través de plantas de tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4.3 Eje Temático Gestión de Organizaciones

a) Gestión Interna

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Nivel de organización formal de las OUAs	No hay OUAs constituidas, la asociación de regantes organiza a los agricultores. Existía junta de vigilancia sin personalidad jurídica.	Formalización legal de las organizaciones. Asesoría estable de las instituciones para su accionar en caso de ejercer acciones legales.
2) Nivel de capacitación de celadores y directivos	La Asociación de regantes no cuenta con capacitación técnica y legal para la gestión interna y acciones legales externas.	Capacitación técnica para la gestión interna y capacidad técnica, en cultivos agrícolas y en las ventajas del trabajo conjunto de la Asociación.
3) Estado legal de los derechos de aprovechamiento	Mantienen derechos comunitarios de agua. Los agricultores se oponen a nuevas solicitudes de terceros.	Las asociaciones (Vilama y San Pedro) han accedido a mayor caudal por construcción de estanques acumuladores nocturnos.

Fuente: Elaboración propia.

b) Capital Social

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Capacidad de liderazgo y motivación de grupos	Las comunidades y asociaciones indígenas están empoderadas de sus derechos sobre el territorio que habitan.	Las asociaciones cuentan con herramientas técnicas y legales para defender los intereses de su comunidad frente a presiones externas.
2) Capacidad de propuesta	Se requiere de un apoyo técnico para la propuesta de proyectos.	Capacitación y asesoría técnica para la elaboración de propuestas y proyectos.
3) Capacidad de resolución de conflictos	Se requiere formalización de las comunidades que les de la capacidad de presentar acciones internas y hacia terceros.	Se cuenta con instancias de diálogo que son apoyadas técnicamente por las instituciones relacionadas con los temas tratados.
4) Inclusión	Se incluye a hombres y mujeres en las organizaciones existentes, con fuerte presencia de comunidades indígenas.	Fomento a la participación y conciencia de agricultores jóvenes que conserven la herencia de la organización atacameña.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4.4 Eje Temático Gestión Institucional

a) Ítem Institucionalidad Pública

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Presencia de las instituciones en el territorio	Las instituciones principales en el territorio son la DOH, la CNR, INDAP y CONADI. Intervienen en la implementación de proyectos de acumuladores, canalización y riego tecnificado.	Mejora en la coordinación de las instituciones con soluciones generales y no parciales a las demandas.
2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego	Es bajo debido a los requerimientos legales de CNR (Formalización de derechos de agua y tenencia de tierras).	Instituciones públicas que dan soluciones al problema y buscan el financiamiento. Actualización de red de canales por parte del Plan de Gestión de Riego.
3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	Se ha implementado obras de acumulación que tienen alto impacto en los agricultores del sector (Guachar aproximadamente 900 ha).	Aumento del impacto de más proyectos de obras y de tecnificación.

Fuente: Elaboración propia.

b) Implementación de Proyectos públicos

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Nivel de proyectos implementados en el territorio	El nivel de proyectos es variable, desde tranques de acumulación a canalización y riego tecnificado.	Se cuenta con más proyectos de riego tecnificado para el uso eficiente de los recursos hídricos.
2) Participación de usuarios en proyectos de riego	Sólo algunas comunidades cuentan con recursos para postular a proyectos de riego, el pequeño agricultor difícilmente puede aportar grandes sumas.	Aumenta la cantidad de proyectos postulados y adjudicados, gracias a la capacitación y el apoyo técnico a la Asociación.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4.5 Eje Temático Investigación, Desarrollo e Innovación

a) Ítem Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Iniciativas de investigación	El nivel de iniciativas de innovación es bajo en la zona. Sólo riego por aspersión y goteo, pocos canales con programadores y sin caudalímetro.	Las iniciativas se han ampliado hacia la tecnificación del riego y mejoramiento de la calidad de aguas para riego.
2) Iniciativas de transferencia tecnológica	Las iniciativas de transferencia son ejecutadas principalmente por los programas de INDAP.	Existe una programación conocida de instancias de transferencia tecnológica acorde a la variabilidad climática y las condiciones de agua y suelo.
3) Capacidad de adoptar cambios	Los agricultores han solicitado cambios, persistiendo necesidades sin atender.	Mayor familiarización de los usuarios con las iniciativas de estudios y programas implementados en el territorio, lo que favorece la inclusión y la participación del usuario.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5 Zona 5

4.4.5.1 Eje Temático Infraestructura de Riego

a) Ítem Seguridad de Riego

Descriptores	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Fuentes de agua	Cuentan con suministro de agua en aljibes hacia los predios de los agricultores, a través de un convenio con la sanitaria Aguas Antofagasta. Las organizaciones costean los camiones que transportan el agua (\$35.000 por 5 m ³).	Aumentar el convenio con Aguas Antofagasta para tener 1 l/s para las 3 asociaciones. El usuario pagaría el costo del agua puesto en el predio sin pagar el flete. Este convenio podría ampliarse en el tiempo.
2) Calidad de aguas	Riegan con agua potable, la cual es agua desalinizada. Además, tienen pozos en El Hueso que poseen agua salobre. Poseen una planta de tratamiento que está actualmente sin operar.	Ejecución de proyectos de inyección de fertilizante y ácido para combatir dureza del agua potable, junto con la incorporación de materia orgánica al suelo.
3) Variabilidad Hidrológica	No hay actualmente una afección por la variabilidad hidrológica, pero podría generarse en caso de racionamiento del agua potable (Pasó durante el aluvión).	Asegurar el abastecimiento de permanente para cumplir el ciclo de los cultivos, a través de convenio ampliado con Aguas Antofagasta.

Fuente: Elaboración propia.

b) Ítem Superficie Regada

Descriptores	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción	No se ha implementado infraestructura de captación ni conducción.	Implementación de infraestructura extrapredial para la conducción (Desde la cuenca Agua Verde).
2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación	Estanques de menor tamaño implementado por INDAP. El Hueso tiene estanques revestidos con carpeta o lámina HDPE para el almacenamiento.	Implementación de obras individuales de mayor capacidad. Implementación de carpetas en la Cachina y Los Loros.
3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	Se ha implementado riego por goteo de baja presión, directo desde el estanque. El Hueso tiene 12 socios con proyectos de riego tecnificado con energía solar.	Implementación de obras de tecnificación presurizada desde estanques acumuladores de agua, con uso de energía solar.
4) Disponibilidad de superficie para aumentar la zona regada	No hay disponibilidad para ampliar la superficie actual (Terreno en comodato), además no hay agua suficiente para regar más superficie.	Solucionar formalmente la disponibilidad de aguas.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.2 Eje Temático Productividad Agropecuaria

a) Ítem Cultivos y Tecnificación

Descriptores	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Cultivos actuales y potenciales	Los cultivos actuales son los olivos y cítricos.	Diversificar en otros cultivos de hojas y frutos.

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
2) Capacidad del territorio	El territorio está limitado para la ampliación de la superficie agrícola.	Maximización de la productividad en la superficie cultivada actual. Implementación de medidas de mejoramiento de suelos.
3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	Cuentan con riego por goteo de baja presión.	Implementación de cabezales de bombeo para riego presurizado con energía solar. Sería un uso del recurso optimizado. Optimización del trabajo agrícola.

Fuente: Elaboración propia.

b) Ítem Prácticas Productivas y Medio Ambiente

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Buenas prácticas en la producción agrícola	A pesar de las condiciones geográficas, desarrollan la agricultura en zonas desérticas. Agricultura de producción limpia.	Mejorar medidas de control de plagas.
2) Presencia de Pasivos Ambientales	Hay Pasivos mineros que podrían contaminar los suelos, además de generación de polvo en suspensión por otras actividades. En la zona hay depósito de residuos sin fiscalización y uso de terreno para almacenamiento de algas sin medidas de aislamiento de materiales.	Mejora en la fiscalización de sitios de disposición de algas y residuos. Ordenamiento de alquerías (reubicación).
3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	La restricción ambiental es la baja disponibilidad de agua y la contaminación.	Convenio con Aguas Antofagasta y Fiscalización.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.3 Eje Temático Gestión de Organizaciones de Usuarios

a) Ítem Capital Social

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Estado formal de organizaciones. Capacidad de liderazgo y motivación de grupos	Se desarrollan 3 asociaciones agrícolas: Los Loros, La Cachina y el Hueso (asociación sin fines de lucro).	Mantenimiento de la buena gestión actual y capacitación de dirigentes para la gestión interna.
2) Capacidad de propuesta	Cuentan con apoyo técnico de PRODESAL. CONAF ha aportado con frutales y ornamentales y el SAG en el uso de plaguicidas.	Mejorar apoyo de instituciones como la CNR para la elaboración de proyectos.
3) Inclusión	Se incluye a hombres y mujeres en la agricultura (35% hombres – 65% mujeres)	Buscar fórmulas para incluir a agricultores. Opción de fomento a la actividad agrícola.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.4 Eje Temático Gestión Institucional

a) Ítem Institucionalidad Pública

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Presencia de las instituciones en el territorio	INDAP es la única institución de apoyo a la agricultura. BBNN es una institución de difícil acceso que no ha contribuido a la regulación de terrenos.	Implementación de proyectos intraprediales de INDAP y extraprediales de CNR. Agilizar acciones para la regularización de tierras (Desde 1999 se está esperando el traspaso).

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego	Fomento a proyectos de riego intraprediales (12 socios beneficiarios por INDAP). Además, hay 100 usuarios de PRODESAL. Hay más agricultores en la comuna, pero no cumplen con el perfil del programa.	Regularización de tierras y aguas para acceder a ley 18.450. Disponer de capacitaciones técnicas específicas. Mayor difusión y acercamiento al agricultor desde las instituciones para los procesos de programas de fomento.
3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	Se ha implementado riego presurizado (El Hueso – INDAP 12 socios, de 41) y riego de baja presión.	Concreción de proyectos que solucionen la tecnificación del riego y optimización del recurso.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5.5 Eje Temático Investigación, Desarrollo e Innovación

a) Ítem Investigación, Desarrollo e Investigación para el Riego

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Iniciativas de investigación	Los agricultores tienen la necesidad de iniciativas de maximización de las producciones agrícolas: suelo, plagas, aguas.	Desarrollo de estudio de análisis foliar, análisis de agua, de plagas y suelos.
2) Iniciativas de transferencia tecnológica	Cuentan con apoyo a través de INDAP – PRODESAL, con un especialista en el cultivo de olivos.	Buscar nuevas alternativas de transferencia con especialistas en la agricultura de la zona. Mejorar continuidad en el apoyo especialista actual.
3) Capacidad de adoptar cambios	No se han generado situaciones drásticas de plagas y otros.	Innovación en invernaderos de hidroponía y cultivos en suelo.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.6 Zona 6

4.4.6.1 Eje Temático Infraestructura de Riego

a) Ítem Seguridad de Riego

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Fuentes de agua	El suministro proviene del agua potable hacia predios de agricultores, con una entrega de 24 m ³ /mes/parcela para parcelas de 5.000 m ² .	Aumentar a 200 m ³ /mes/parcela de agua u otra planta exclusiva para los agricultores.
2) Calidad de aguas	La calidad de agua potable ha ido empeorando. Agua desalada de regular calidad, exceso de boro, cloruros, sodio, para los cultivos hidropónicos.	Mejora en la calidad de agua, a través de planta de osmosis inversa (no es apta para el Boro, alto costo de mantención), planta desionizadora individual o planta desaladora solar individual.

Fuente: Elaboración propia.

b) Ítem Superficie Regada

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Nivel de desarrollo de la infraestructura de captación y conducción	No cuentan con obras de infraestructura de captación y conducción.	Poseen mayor disponibilidad de recurso, con una red de distribución extrapredial.

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
2) Nivel de desarrollo de la infraestructura de acumulación	Cuentan con estanques de menor tamaño de 4 a 10 m ³ .	Implementación de obras individuales de 10 a 15 m ³ (Para asegurar el ciclo mínimo de los cultivos en caso de emergencia).
3) Obras de tecnificación para la distribución del agua	No existen obras de distribución, solo lo realizan a través de camiones aljibe.	Implementación de obras de distribución desde estanques acumuladores de agua.
4) Disponibilidad de superficie para aumentar zona regada	Actualmente se utiliza la capacidad máxima de superficie disponible, aunque internamente cada agricultor evalúa cuánta agua utilizar.	Maximizar el uso actual de las parcelas, para todos los sitios.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.6.2 Eje Temático Productividad Agropecuaria

a) Ítem Cultivos y Tecnificación

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Cultivos actuales y potenciales	Actualmente se cultivan lechugas y hortalizas en sistema hidropónico.	Diversificar en otros cultivos de hortalizas (Hojas y frutos).
2) Capacidad del territorio	La capacidad establecida es de 5.000 m ² de parcela por socio.	Se podría aumentar la superficie mediante cultivo vertical aprovechando el espacio aéreo.
3) Tecnificación de la producción (riego y procesos productivos)	Se cuenta con sistemas hidropónicos por bandeja y algunos sistemas NFT modificados (técnica de película nutritiva) y cultivos en sustrato sólido. Esto permite reutilizar el agua de las camas hidropónicas.	Automatización de procesos productivos, con instalación de luz en el packing y posterior energización de todas las parcelas.

Fuente: Elaboración propia.

b) Ítem Prácticas Productivas y Medio Ambiente

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Buenas prácticas en la producción agrícola	La técnica de hidroponía que utilizan no tiene problemas de contaminantes del suelo. Algunos han implementado prácticas de higiene previo al ingreso al invernadero.	Estandarización de medidas de higiene y manejo de invernaderos.
2) Presencia de pasivos ambientales	Hay presencia de pasivos mineros y nutrientes que podrían contaminar la fuente de agua.	La asociación trabaja con aguas de mejor calidad en comparación a otros productores de la zona. Evaluar la certificación de calidad de los productos. Ente fiscalizador de la calidad de aguas para riego.
3) Restricciones ambientales a la actividad agrícola	La restricción ambiental es la mala calidad del agua para el riego y la escasez de agua entregada. Además, hay presencia de insectos que dañan el cultivo.	Mejorar calidad del agua con plantas de tratamiento, y aumentar el agua disponible para riego. Implementar mallas antiafidos y alternativas para control de insectos (moscas).

Fuente: Elaboración propia.

4.4.6.3 Eje Temático Gestión de las Organizaciones

a) Ítem Capital Social

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Capacidad de liderazgo y motivación de grupos	La asociación tiene una antigüedad de casi 10 años (noviembre 2006), teniendo una gran capacidad de gestión, liderazgo y motivación.	Mejoramiento del sentido de comunidad de los socios, ya que muchos son individualistas.
2) Capacidad de propuesta	La organización tiene una alta necesidad de apoyo técnico para contribuir a mejorar su gestión y producción.	Cuentan con apoyo técnico para mejorar la capacidad de propuesta y gestión interna.
3) Inclusión	Se incluye a hombres y mujeres en las organizaciones existentes (y más).	Buscar fórmulas para incluir a agricultores jóvenes. Opción de postular a concursos para mejoras en la agricultura.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.6.4 Eje Temático Gestión de las Instituciones

a) Ítem Institucionalidad Pública

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Presencia de las instituciones en el territorio	Cuentan con apoyo gracias de iniciativas INDAP, SERCOTEC y CORFO. No se cumple con el perfil de beneficiarios de Ley N° 18.450.	Implementación de proyectos con Ley de Riego de CNR.
2) Nivel de fomento de la institucionalidad pública para el riego	El fomento existe sólo a nivel de INDAP, SERCOTEC y CORFO, FIA.	Mejora en la oferta de profesionales locales especialistas en hidroponía. Mayor difusión de proyectos CNR y acercamiento al agricultor.
3) Impacto de proyectos implementados por la institucionalidad	El mayor impacto es la Planta desaladora (Proyecto Komatsu) funciona correctamente, que es de una institución privada.	Implementación de obras extraprediales por medio de la institucionalidad pública.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.6.5 Eje Temático Investigación, Desarrollo e Innovación

a) Ítem Investigación, desarrollo e innovación para el Riego

Descriptor	Diagnóstico	Imagen Objetivo
1) Iniciativas de investigación	Escasas iniciativas de investigación implementadas. Se desarrolló un proyecto FIA que no fue sustentable en el tiempo y no generó impacto. La asociación no tiene acceso a iniciativas de cuenta propia.	Evaluación de iniciativas de investigación específicas para cultivos hidropónicos. Implementación de casos pilotos o parcelas demostrativas. Línea investigativa sobre problemáticas relacionadas a la hidroponía.
2) Iniciativas de transferencia tecnológica	Apoyo a través de INDAP – PRODESAL. Los socios no tienen la motivación para aprender o capacitarse.	Buscar nuevas alternativas de transferencia con especialistas en la agricultura desértica.
3) Capacidad de adoptar cambios	Alta necesidad de adoptar los cambios a través de la Innovación.	Implementación de alternativas de apoyo para que la adopción de cambios en innovación sea continua.

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Síntesis

A continuación, se presenta una síntesis de los resultados obtenidos durante el proceso de validación.

En las zonas de trabajo más próximas a la cordillera andina, se hace necesaria una evaluación del comportamiento hidrológico de las aguas, que permita la toma de resguardos en casos excepcionales de emergencia y en casos de sequía. Uno de las problemáticas de mayor complejidad en todo el territorio abarcado por el plan de riego, es la mala calidad de las aguas, cuya mejoría permitiría un amplio margen para aumentar la productividad agrícola.

La evaluación de la implementación de sistemas de acumulación nocturnos y de aguas lluvias, que contribuyan a asegurar la disponibilidad hídrica durante la época de mayor demanda de riego de los cultivos se presenta como una necesidad latente.

En los territorios se ha levantado y validado una imagen objetivo en la que los agricultores cuentan con sistemas de abatimiento convencionales y no convencionales, para diversificar los cultivos y generar oportunidades de nuevo negocios. Las plantas de tratamiento son una alternativa para contrarrestar la mala calidad y con ellas se mejora la actividad productiva agrícola, contribuyendo al bienestar de los agricultores y a la atracción de jóvenes a participar en este rubro. Además, el desarrollo de iniciativas de capacitación técnica para el uso de nuevos sistemas y tecnologías es un requisito. No es posible implementar proyectos sin dar continuidad y seguimiento en su ejecución, ya que los proyectos se pierden en el tiempo sin lograr el impacto deseado.

La escasez del recurso, junto con la mala calidad que lo caracteriza, evidencia la necesidad de maximizar su uso evitando la generación de pérdidas que hasta hoy se han identificado. Es urgente que las instituciones focalicen sus iniciativas para mejorar las redes de conducción existentes, recuperando superficies que anteriormente fueron regadas y que hoy están en abandono. Para el desarrollo agrícola con la máxima eficiencia hídrica, se requiere mejorar los sistemas de distribución acorde a las condiciones del recurso hídrico. Es necesario reparar compuertas e instalar nuevas, así como válvulas, además de capacitar a los agricultores sobre su correcto uso. Sumado a lo anterior, existe una gran oportunidad en la zona de utilizar energías renovables no convencionales para los sistemas de riego, tales como turbinas de hidrogenación o paneles solares. Se han desarrollado casos exitosos en la región, los que podrían ser replicados en los diferentes territorios de riego.

La implementación de las mejoras mencionadas anteriormente, producirían una diversificación y puesta en valor de los productos agrícolas locales, los que hoy en día se encuentran limitados. La mayor eficiencia hídrica lograda a partir de los sistemas de riego tecnificado implicaría necesariamente la mejora en el rendimiento de los cultivos actuales, pudiendo aumentar la producción local y la consecuente mejora en el escenario económico de los productores agrícolas. A pesar de que la capacidad del territorio es escasa y de las presiones de la actividad turística y minera, si es posible mejorar estos aspectos.

En las Zonas de trabajo en las que se desarrollan las comunidades indígenas, estas organizaciones son las que prevalecen en la gestión y administración no solo de la tierra y del agua, sino como

sistema social de desarrollo local. Estas organizaciones son sólidas y empoderadas de su gestión y capacidad y son exigentes al momento de demandar recursos gubernamentales para su desarrollo y al exigir su consideración formal en los procesos que se realicen dentro de sus territorios. Tienen organización de turnos y distribución de los caudales por parcela poseen directiva y administración regular que es aceptada por la comunidad.

Además de las comunidades indígenas, también se desarrollan otras organizaciones de usuarios como las comunidades de agua y asociaciones de canalistas. Para ambas, la situación mejorada o imagen objetivo es contar con la asesoría técnica para postular a programas de fomento y la asesoría legal para defender sus derechos en conflictos externos. Se requiere el fortalecimiento de todas las organizaciones comunitarias para el riego. Es necesario reforzar el apoyo a los agricultores a través del trabajo de consultores de riego, ya que son actualmente escasos en la región. La participación de ellos es clave para mejorar la implementación y el impacto de las obras de riego.

Es necesario mejorar los canales de comunicación y vías de contacto. En ocasiones ocurre que no se difunden oportunamente las iniciativas de las instituciones, perdiendo las oportunidades de acceder a los beneficios.

La necesidad de que la coordinación de las instituciones se traspase a los usuarios, en una instancia específicamente formulada para la gestión del riego. Se requiere la articulación de esta instancia hacia niveles locales, mediante la articulación de nodos funcionales de apoyo a la agricultura local. De esta forma se mantiene el control y la gestión eficiente de los recursos hídricos y del riego. Además, es fundamental que las instituciones relacionadas con riego mejoren su gestión en el territorio. Se requiere antes que todo, un accionar conjunto de parte de CONADI, CNR e INDAP, los principales actores identificados por los regantes.

Las condiciones naturales de la región, de escasez hídrica y mala calidad de agua y del suelo, generan una brecha amplia en torno a las tecnologías implementadas para maximizar el recurso, la que al mismo tiempo se transforma en una oportunidad para la innovación y el desarrollo para el riego. Esta oportunidad supone el desafío para las instituciones y los agricultores, cuyo cumplimiento generaría mejoras sustanciales en la actividad agropecuaria de la región.

5 DEFINICIÓN DE BRECHAS Y PROPUESTA DE PLAN DE GESTIÓN

Para realizar la propuesta de Plan de Gestión de Riego PGR se han definido las iniciativas a ejecutar en el territorio, las que surgen de la identificación de brechas, definiendo esta última como la diferencia cualitativa o cuantitativa entre el diagnóstico y la imagen objetivo en un territorio de trabajo. Está referida a la ausencia, carencia o déficit de obras, capacidades o gestiones que impiden alcanzar la visión futura del riego y drenaje.

Las iniciativas de inversión del PGR fueron priorizadas mediante una metodología de ponderación de criterios y subcriterios, la que fue aplicada tanto en las instituciones como en los usuarios de riego. Esta priorización da lugar al cronograma que organiza la ejecución de las iniciativas en la región, el que equivale a uno de los componentes del PGR. Además, se presentan propuestas de seguimiento a la ejecución de las iniciativas y de focalización de los recursos de la Ley de Riego.

A continuación, se describen las tareas realizadas para llevar a cabo el Plan de Riego, detallando los procesos participativos y metodológicos con que se realizó el trabajo. En primera instancia se explica la identificación de brechas y oportunidades de mejora, luego las iniciativas y la metodología de priorización y finalmente el plan de seguimiento y la validación, además de la presentación del Plan de Gestión a los usuarios e instituciones.

5.1 Identificación de Brechas y Oportunidades de Mejoramiento

La identificación de brechas se ha realizado a partir de la definición del diagnóstico y la imagen objetivo, los que han sido validados en el territorio por los usuarios de riego y por las instituciones. Para efectos del Plan, se ha definido la brecha como la diferencia cualitativa o cuantitativa entre las situaciones base y futura mejorada a la que se llegaría con las iniciativas propuestas.

Considerando esta definición, una brecha puede denotar una diferencia, ausencia o falta de alguna herramienta, capacidad u obra de arte, la cual debe ser solucionada por las iniciativas propuestas por el Plan de Riego, ya sea directa o indirectamente. Una brecha relaciona de forma clara el diagnóstico y la imagen objetivo, pudiendo ser subsanada por una iniciativa planteada exclusivamente para ella, o por un proyecto mayor que abarque un conjunto de brechas y oportunidades de mejora.

Con el objetivo de dar continuidad a la metodología utilizada en la sistematización de la información, las brechas se han definido para cada uno de los indicadores y ejes temáticos: infraestructura de riego, productividad agropecuaria, gestión de las instituciones, gestión de las organizaciones de usuarios; y, investigación, desarrollo e innovación.

En el Anexo 26 Matriz de Sistematización de Diagnóstico Rectificado se ha incluido la identificación de brechas para cada uno de los descriptores de todas las zonas del estudio, los cuales se resumen a continuación.

5.1.1 Brechas Identificadas en la Infraestructura de Riego

Las brechas sobre infraestructura de riego están asociadas principalmente a la baja seguridad de riego y a la poca superficie regada en la región. En la cuenca del Salar de Atacama, que aloja las zonas de trabajo 1 y 4, existe demanda de obras de acumulación de regulación corta para asegurar la disponibilidad, que recién durante los últimos años se ha comenzado a subsanar. Aunque se han implementado obras, la brecha permanece entre los usuarios ya que advierten la disminución del caudal en la época de riego. Además, la calidad del agua ha disminuido y no se han implementado medidas efectivas para mejorarla.

La cuenca del Loa cuenta con la regulación del embalse Conchi, el que también es fuente de abastecimiento de la cobertura de agua potable de la región. El caudal medido en el río, disminuye notoriamente a lo largo de su curso, llegando prácticamente seco a la zona de Quillagua. Esta situación es crítica durante la época estival, ya que no se han implementado sistemas comunitarios o individuales de regulación.

En la cuenca del Loa se desarrollan las Zonas 2 y 3, en las que la mayor problemática es la mala calidad de agua para riego. El agua tiene una alta concentración de arsénico y boro, superando los 6,7 mg/l de arsénico y 117,5 mg/l de boro en la zona de Quillagua. Recientemente se ha implementado una alternativa de tratamiento en Calama, pero es altamente necesario que la medida sea optimizada y que sea extensiva a toda la cuenca.

Los sectores agrícolas de Taltal y Antofagasta tienen escasa disponibilidad hídrica superficial para regar sus cultivos. El agua para riego es aplicada gracias a convenios con la sanitaria distribuidora de agua potable, quien transporta los caudales convenidos tanto a los agricultores de El Hueso, La Cachina y Los Loros en la Zona 5, como también a los productores de ASGRALPA en la Zona 6. El sector de los Loros posee un pozo de extracción, pero la calidad de agua no es apta para los cultivos.

Las brechas sobre seguridad de riego en estos territorios se refieren a la falta de disponibilidad de agua e inexistencia de fuentes naturales de recursos, a la calidad deficiente del agua potable que tiene un porcentaje de agua desalada y a la insuficiencia en el caudal entregado por la empresa sanitaria de la región.

La superficie regada en la región llegaba en el 2007 a las 2.295,6 ha (ODEPA, 2007) localizadas principalmente en las comunas de San Pedro de Atacama y Calama, donde se ubican las zonas de trabajo 1, 2, 3 y 4. En todas ellas se ha desarrollado la infraestructura de canales extraprediales e intraprediales, junto a obras de acumulación, distribución y captación, cuyo estado actual es particular en cada territorio generando brechas también diferenciadas.

En la Zona 1 los canales principales son de mampostería en piedra con sección reducida, los cuales no han sido revestidos ni mejorados. Se generan pérdidas por conducción, además de que los sistemas han sido dañados por avenidas y aluviones. La zona también cuenta con obras de acumulación, como el tranque de Toconao y las obras de Talabre, Socaire, Peine y Camar. Las obras son actuales y se encuentran en buen estado, salvo el tranque de Toconao fue deteriorado por el aluvión de marzo de 2015.

La brecha detectada en esta zona es que no se capta la totalidad de agua de las vertientes, perdiendo un importante caudal que atraviesa los territorios hasta llegar al salar. Se requiere de más obras de acumulación individuales que permiten captar estas aguas, maximizando la eficiencia en el aprovechamiento del recurso y asegurando la disponibilidad para el cultivo.

En la Zona 4 localizada en la misma cuenca, la infraestructura para el riego presenta un amplio desarrollo y organización, aunque se han detectado brechas en el revestimiento y mal estado de canales, sobre todo en obras intraprediales. El sistema de riego está conformado también por los tranques Guachar y Solor, ambos de regulación corta, los que requieren de un programa de mejoramiento y limpieza, organizado y permanente. Algunas compuertas han sido dañadas por fatigamiento de material e inundadas producto de las lluvias estivales.

La falencia principal en este territorio es la pérdida por infiltración de agua en canales dañados y revestidos. Hay canales de tierra en toda la zona, sobre todo en el ámbito intrapredial. Sumado a lo anterior, las aguas repartidas durante el turno no son completamente aprovechadas por el usuario, dejando que un importante caudal se pierda por la aplicación de agua por tendido. En este sentido, se requieren obras de acumulación de nivel individual o comunitario que permitan reservar el agua del turno y disponerla de manera eficiente en cada predio.

Las obras de riego de las Zonas 2 y 3 en la cuenca del Loa, son diferentes a las anteriores ya que en ambos territorios se desarrollan OUA que gestionan y administran las obras y los caudales asociados. En la Zona 2 destaca un importante desarrollo de obras de conducción, en el que destacan en Canal Grande, Canal Caspana, La Banda y Vertiente Turi, entre otros. Algunos canales son de mampostería, salvo las obras de concreto en Ayquina Turi, Lasana y Chiu Chiu. Junto a estas obras, se han implementado pequeños estanques de acumulación en Caspana, Cupo, Panire y Ayquina.

El déficit en este territorio está asociado a las pérdidas por infiltración en los canales que no han sido revestidos y por la falta de sistemas de acumulación individuales, además de que se han implementado muy pocas iniciativas de tecnificación para la distribución del agua.

En la Zona 3 de Calama y Quillagua existe un alto desarrollo de infraestructura de canales de riego. La red existente combina canales muy antiguos con canales más recientes que se encuentran revestidos y en buen estado. La brecha identificada está relacionada con la pérdida por infiltración en los canales intraprediales, además del mejoramiento de los canales más antiguos del territorio. En esta zona no se han implementado sistemas de acumulación comunitarios o individuales, en ninguna de las zonas riego en Calama o en Quillagua.

En la Zona 5 de Taltal la mayor obra desarrollada es la construcción de un acueducto de 17 km desde un pozo profundo perteneciente a la Asociación el Hueso. Además, en el mismo sector El Hueso INDAP ha implementado estanques de acumulación con revestimiento de lámina HDPE, junto con riego tecnificado que incluye uso de energía solar.

Las brechas en este sector están fundamentadas en que los agricultores no pueden ser beneficiarios CNR ya que no tienen propiedad de tierras y tampoco de aguas. La superficie cultivada es propiedad de bienes nacionales entregada en comodato a los agricultores. Se

requiere la implementación de obras de conducción y de obras de acumulación de mayor capacidad tanto en La Cachina como en Los Loros, no solamente en el Hueso.

La Zona 6 en Antofagasta ha sido beneficiada con obras de infraestructura provistas por una empresa privada, quien ha financiado la instalación de 800 metros de tubería hacia 14 estanques de distribución de aguas de 30 m³, instalados por la misma empresa. Los agricultores no cuentan con obras de distribución extrapredial hacia las unidades productivas hidropónicas. El agua es traída hacia el estanque y distribuida a los predios por cañerías.

Las brechas en este territorio corresponden a la falta de sistemas de distribución extrapredial y a la baja capacidad de los estanques instalados. Además, el volumen de agua para riego suministrada por la sanitaria es bajo para asegurar el ciclo de vida mínimo de los cultivos. Finalmente, los agricultores de ASGRALPA tampoco son usuarios de CNR ya que no son propietarios de la tierra ni del agua que utilizan, lo que les impide postular a los fondos concursables de la Ley de Riego.

Respecto de los sistemas de monitoreo de los recursos hídricos, todos los territorios de trabajo están siendo monitoreados por la Red de la DGA. Sin embargo, ninguna de las zonas tiene sistemas de monitoreo propio de los regantes, tales como sistemas de telemetría o similares.

5.1.2 Brechas Identificadas en la Productividad Agropecuaria

Las brechas identificadas que limitan la productividad agropecuaria de la región, tienen relación con la escasa disponibilidad hídrica y la mala calidad de agua. La Región de Antofagasta, además, posee la característica de la predominancia de la actividad minera como rubro productivo, en desmedro de la agricultura que desarrollan principalmente las comunidades indígenas. Esta situación ha resultado en una baja inversión en obras de riego, con la consecuente limitación a cultivos específicos resistentes al clima árido, a la mala calidad del agua y del suelo.

La actividad agrícola en la región es de pequeña escala del tipo familiar, con gran influencia de la cultura ancestral de las comunidades indígenas. No se identifican grandes ni medianas explotaciones en ninguno de los territorios de trabajo y tampoco se observan iniciativas de tecnificación. El agua de riego es aplicada principalmente por tendido con algunas experiencias individuales de tecnificación.

Por otro lado, la actividad minera constituye una amenaza permanente a la agricultura, tanto por el uso intensivo del agua en sus procesos, como por la generación de material particulado, vertido de RILES y la presencia pasivos ambientales potencialmente riesgosos. Existe una tensión permanente entre ambos rubros que no ha sido abordada por las instituciones locales, generando la brecha regional de falta de medidas de protección de las aguas, del suelo y del medio ambiente natural.

En los territorios de la cuenca del Salar de Atacama, las Zonas 1 y 4, el agua posee una leve mejor calidad que en las Zonas 2 y 3, entregando un pequeño margen de ventaja en la productividad. En la Zona 5 el principal cultivo es el olivo y en la zona 6 destacan los cultivos hidropónicos de hortalizas de hoja verde.

Las brechas identificadas en la Zona 1 tienen que ver con la falta de implementación de medidas para mejoramiento de la calidad del agua para riego y del suelo salino, factores que limitan la posibilidad de diversificar ya que no es posible instaurar nuevos cultivos. Anteriormente se han implementado iniciativas de tratamiento de agua para riego, que no han sido fructíferas, ya que los agricultores no cuentan con la capacidad técnica y el acompañamiento para dar continuidad a estas iniciativas.

Específicamente en la Zona 2, las brechas tienen relación con la falta de iniciativas que contribuyan a preservar la agricultura ancestral de las comunidades indígenas que allí se desarrollan y que promuevan el arraigo y el traspaso de los conocimientos adoptados por agricultores capacitados fuera del territorio.

En la Zona 3 de Calama y Quillagua, la principal brecha a solucionar es la falta de iniciativas que contribuyan a mejorar la calidad de las aguas para riego en la zona. Recientemente se ha implementado una planta piloto de abatimiento de boro, cuyos resultados son poco alentadoras por el alto valor de operación de la planta. Además, la experiencia no se ha hecho extensiva a los agricultores de la ciudad de Calama.

La mala calidad de aguas no permite la implementación de sistemas de riego tecnificado, por lo que además el caudal disponible no es completamente aprovechado. Los cultivos se ven también limitados por la presencia de sales en el agua y en el suelo, generando una productividad agrícola poco variable de maíz y alfalfa, con algunas experiencias de lechugas.

En la Zona 4 de San Pedro de Atacama y Río Grande, las brechas específicas son la falta de iniciativas de investigación sobre la introducción de nuevos cultivos que resistan las condiciones naturales del sector, la falta de iniciativas que mejoren la calidad ambiental para el riego y la falta de medidas en contra de los efectos contaminantes generados por las actividades productivas. Los agricultores atacameños demandan mayor apoyo de las instituciones para que la agricultura que realizan, mantenida sólo por las comunidades indígenas, sea preservada en el tiempo. El valor agregado que posee la agricultura radica en la mantención de los asentamientos humanos en condiciones extremas en la región.

Para las Zonas 5 y 6 la principal brecha es la disponibilidad de agua superficial para riego, lo que los obliga a regar con agua potable y a la firma de convenios con la empresa sanitaria para reducir los costos. En ambos territorios, los terrenos son limitados ya que los agricultores no son propietarios de la tierra que ocupan, lo que impide la ampliación de las zonas cultivadas en Taltal y Antofagasta.

5.1.3 Brechas Identificadas en las Organizaciones de Usuarios de Aguas

Las brechas identificadas en el aspecto de desarrollo de las organizaciones de usuarios de agua, radican fundamentalmente en que la forma de organización de los agricultores y la titularidad de los derechos de agua son gestionados a través de las comunidades indígenas.

En Zona 1 la forma de organización son las comunidades indígenas atacameñas, quienes administran, gestionan y distribuyen el recurso hídrico. En la zona 2 también la principal forma

de organización son las comunidades indígenas, pero igualmente se han establecido OUs bajo la figura de comunidades de aguas.

Las comunidades indígenas están empoderadas de sus derechos además de conocer técnica y legalmente las ventajas y desventajas de su forma de organización, pero es necesario mejorar su capacidad organizativa debido a que se han detectado deficiencias internas para el autocontrol y la distribución adecuada del recurso. Además, el uso del agua no está optimizado para la producción agrícola, y es urgente la necesidad de información de vertientes no regularizadas en territorio indígena.

En la Zona 2 las brechas dicen relación con la falta de capacidades técnicas y legales de gestión interna para la distribución de los recursos hídricos y la falta de preparación técnica de dirigentes y funcionarios de las organizaciones de usuarios de aguas.

En la Zona 3 conviven las comunidades indígenas con diversas organizaciones de usuarios, la mayoría en Calama, donde los agricultores están organizados en la ASAC. En esta zona las organizaciones presentan problemas para la gestión interna de los recursos hídricos, debido a la falta de capacitación de celadores y directivos. En general se observa una falta de capacitación técnica, necesaria para la optimización del recurso de acuerdo con la disponibilidad actual y los problemas internos para el cumplimiento de los estatutos organizativos, además de irregularidades en los derechos concedidos. En general hay un desconocimiento de la información técnica y legal para sustentar la presentación de proyectos a la Ley N° 18.450.

En la Zona 4 la forma de organización corresponde a las comunidades indígenas y asociaciones de regantes, que administran, gestionan y distribuyen internamente los recursos hídricos. En esta zona los directivos y celadores de las comunidades no están capacitados para supervisar el estatuto que rige las organizaciones, por ejemplo, existen entregas de aguas no autorizadas y extracciones de regantes que no pertenecen a la comunidad. Por lo tanto, las brechas dicen relación con la falta de capacidades legales y técnicas de dirigentes y de celadores para la gestión del recurso. Además, existe desconocimiento y desconfianza respecto de la formalización legal de organizaciones de usuarios de agua. Esto último contribuye a la baja autogestión de los grupos para la formulación de proyectos.

En las Zonas 5 y 6 la forma de organización es la de Asociaciones Agrícolas. En Taltal existen 3: los Loros, la Cachina y el Hueso (160 agricultores en total). En Antofagasta funciona la Asociación de Agricultores Altos la Portada, ASGRALPA, que agrupa a 140 agricultores.

En Taltal los directivos cuentan con el apoyo del programa PRODESAL, lo que les permite un incremento de sus capacidades internas. Sin embargo, a las organizaciones les falta fortalecimiento sobre la base de la capacitación técnica y legal, a pesar de que son asesorados por el SAG en algunos temas, como el uso de plaguicidas. Además, al no contar con derechos de aprovechamiento ni ser propietarios de los terrenos, tienen un contexto limitado de funcionamiento como organización.

En Antofagasta se identifica la brecha de que falta la capacidad técnica para la diversificación de la producción y la necesidad de regularización de tierras y aguas. Esta asociación se dedica a la

hidroponía por lo que la necesidad de desarrollar capacidades técnicas para el trabajo con nuevos sistemas y plantear innovaciones es imperativa. Además, la organización no cuenta con derechos constituidos y tampoco tienen disponibilidad hídrica de agua para riego.

5.1.4 Brechas Identificadas en la Gestión Institucional

La gestión de las instituciones en el territorio está marcada por el apoyo que brindan el INDAP y la CONADI en el desarrollo al riego, ambas reconocidas por los agricultores como las más cercanas. Por el contrario, la Dirección General de Aguas, de Obras Hidráulicas y CNR son percibidas como las instituciones menos accesibles por los usuarios, tanto a las labores de gestión del recurso y las obras de infraestructura, como a los programas de fomento.

Una brecha importante detectada a nivel regional es la falta de consultores de riego, lo que genera a su vez una falta de seguimiento y continuidad de los proyectos ejecutados y problemas con el traspaso de información al agricultor.

En la Zona 1, debido a que está inmersa en el ADI Atacama La Grande, la institución que ejerce mayor presencia es CONADI, seguido de PDTI y CNR. CONADI es quien acompaña permanentemente a los comuneros, brindándoles apoyo en diferentes aspectos, mientras que PDTI los apoya específicamente en labores agropecuarias. Durante los últimos dos años, CNR ha reactivado su presencia en la zona con implementación de proyectos de acumulación y microgeneración. Sin embargo, los usuarios manifiestan notoria descoordinación entre las instituciones, situación que se ha comprobado en el hecho de realizar actividades en horarios ya dispuestos por otras instituciones. Por lo tanto, existe una brecha en la información que disponen, sobre todo en relación a proyectos y postulaciones a los concursos.

Los proyectos implementados van desde la construcción de sistemas de acumulación como Guachar, Solor, Toconao y Socaire, hasta obras de revestimiento y construcción de canales. Se han implementado algunas iniciativas de microgeneración hidroeléctrica y muy pocos proyectos de tecnificación. Sin embargo, el impacto de los proyectos implementados está marcado por la adversa condición que rodea a la actividad agrícola y el esfuerzo permanente de los usuarios y de la institución por preservar su desarrollo y mejorar su evolución. Debido a esto, la percepción de los usuarios es que los proyectos no tienen evaluación final ni continuidad, por lo que son abandonados por problemas imposibles de solucionar por el agricultor. Además, existe la necesidad de abarcar a más comunidades y pequeños agricultores, por lo que la falta de tecnificación de los sistemas de riego es otra brecha identificada.

Los usuarios, al ser beneficiarios de CONADI, participan activamente en el aprovechamiento de los subsidios que se implementan en la región. Al mismo tiempo, son participantes activos de INDAP a través del Instrumento de Riego y del Programa PDTI. La menor participación ocurre en los proyectos CNR, principalmente por el requisito de aporte propio y de regularidad de tierras y aguas.

En la Zona 2 la mayor presencia institucional es la de INDAP. Existe bajo nivel de fomento de CNR, se han implementado muy pocos proyectos, por lo que una primera brecha es la necesidad de una presencia activa de CNR en el territorio junto a la falta de acceso a proyectos de riego.

La Zona 3 es un territorio que ha sido beneficiario de proyectos de innovación, capacitación y fomento desde las instituciones públicas y también con aportes de privados. Sin embargo, se identifica la brecha de la desinformación de las instituciones hacia la comunidad sobre las responsabilidades en la administración del recurso hídrico.

La participación a través de la Ley de Fomento al riego 18.450 es baja, lo que se ejemplifica en que de acuerdo a información CNR, los únicos proyectos ejecutados en la zona es el Acueducto en Caspana y el revestimiento de canal Ramírez. Los usuarios tienen mayor familiarización con programas de fomento de INDAP y los programas de subsidio de CONADI. En este sentido las brechas identificadas dicen relación con las capacidades técnicas y presencia de consultores de riego, con la baja oferta de profesionales locales para riego y la poca difusión de iniciativas CNR, lo que finalmente redundará en el acercamiento al pequeño agricultor.

En esta zona las instituciones con mayor presencia en este territorio son CONADI e INDAP, quienes ejecutan la mayor cantidad de proyectos de fomento al riego y entregan asesoría permanente a los agricultores. Recientemente, CNR ha ejecutado un proyecto exitoso que podría levantar la presencia de esta institución. Finalmente, PRO LOA comenzará sus trabajos en el territorio luego del reciente convenio con INDAP. Dentro de las instituciones criticadas está la DGA, a quienes los agricultores establecen como responsable de la mala gestión de los recursos, lo que estaría causando su déficit hídrico.

El fomento de CNR es bajo, sólo se han ejecutado 2 iniciativas. En Calama existe un caso reciente y ha demostrado su éxito, pero no se han ejecutado más programas. CONADI ha realizado mayor apoyo en la zona, beneficiando a 543 familias en Calama y 10 en María Elena. Por su parte, el INDAP participa con su programa de riego, el que recientemente ha invertido 88 millones en Likan Tatay.

En la Zona 4 CONADI es la institución que mayor intervención ha generado con alrededor de 190 iniciativas ejecutadas, además del apoyo constante que entrega a los pueblos originarios. También hay presencia de INDAP y CNR, que han intervenido en la implementación de proyectos de tranques, canalización y riego tecnificado. En este sentido, la brecha identificada es que la presencia de las instituciones es descoordinada, ya que se traslapan agendas y horarios de reuniones y otras actividades.

Desde el año 1993 al año 2015 se han ejecutado 92 iniciativas de CNR en este territorio, relacionadas con riego tecnificado y canalización. No obstante, persisten las demandas de obras de arte, tanto de los sistemas de canales como de protección de las crecidas de los ríos, debido al impacto que generan los aluviones sobre todo en periodos estivales.

Una brecha que limita el acceso a los concursos CNR es el requisito del aporte propio. Sólo algunas comunidades cuentan con recursos para postular a proyectos de riego CNR, ya que el pequeño agricultor no tiene esta capacidad de aporte propio. Como consecuencia hay una baja tasa de proyectos ejecutados y baja satisfacción de los usuarios respecto del nivel de proyectos implementados, por lo que manifiestan su rechazo a la realización de estudios y consultorías, ya que son percibidas en contraposición a las obras de mejoramiento.

En la Zona 5 y 6 los agricultores no son usuarios de CONADI porque no tienen la calidad de indígena, tampoco participan de proyectos de riego, por las limitaciones de tenencia de agua y suelos por parte de los agricultores. Esta situación constituye una brecha compartida por ambas zonas.

En la Zona 5, INDAP ha implementado proyectos de riego presurizado de baja presión denominados “Riego Tecnificado en Frutales con uso de Energía Fotovoltaica”, beneficiando a 12 usuarios. La brecha más importante es la de la falta de regularización de tierras y aguas para la agricultura, pero también los usuarios han identificado la falta de presencia de las instituciones públicas y los excesivos requerimientos técnicos y legales para la obtención de beneficios, los que dificultan o imposibilitan el acceso a los mismos.

En la Zona 6 el fomento está dado por INDAP y SERCOTEC, además de que el año 2015 fueron beneficiarios por FIA en la captura de conocimientos; y el año 2013 por convenio con GORE y CEITSAZA. El mayor impacto logrado está dado por los convenios y apoyo técnicos que han recibido para destacar en la hidroponía regada con agua desalada. Otros proyectos realizados, como FIA con CEITSAZA no tuvo buena evaluación de los agricultores, ya que no existió la continuidad en el apoyo técnico.

Los proyectos implementados en el territorio han sido gestionados tanto por empresas privadas, como por la institución pública, siendo los primeros los de mayor impacto ya que los usuarios no participan de concursos de riego, porque no cumplen con requisitos para postular.

Aunque el esfuerzo de las instituciones es alto, el desconocimiento de la evolución y resultados de proyectos ejecutados, junto a la falta de acompañamiento de las instituciones a los usuarios son altamente demandados. El impacto de los proyectos implementados no se ha visto reflejado en el aumento de la actividad agrícola. En reuniones participativas se advierte que la problemática principal es la falta de agua y que mientras ésta persista, los usuarios evalúan que los proyectos ejecutados no tendrán mayor impacto

5.1.5 Brechas Identificadas en la Investigación, Desarrollo e Innovación para el Riego

Respecto de la investigación, desarrollo e innovación, la principal brecha es la falta de iniciativas que consideren el acompañamiento al agricultor y el traspaso de capacidades técnicas que le permitan dar continuidad a la agricultura regional. Se ha desarrollado una serie de iniciativas cuyo impacto no tiene el efecto esperado tanto por las instituciones ejecutoras, como por los beneficiarios.

En la Zona 1 el territorio ha sido objeto de iniciativas de FIA, experiencias que han dado cuenta de la necesidad de apoyo técnico que asesore a la agricultura local en el desarrollo e introducción de nuevos cultivos adaptables al contexto climático. La brecha es que existe un déficit de conocimientos sobre cultivos potenciales y métodos eficientes de cultivos en el territorio, por lo que se requiere que esta asesoría sea permanente y continua.

El programa PDTI que actualmente se desarrolla en Atacama La Grande es permanente, no obstante, se ha detectado la necesidad de programas de transferencia diseñados para dar

continuidad a la agricultura ancestral, logrando atraer a jóvenes a la actividad, generando la brecha de falta de iniciativas de transferencia tecnológica implementadas y permanentes en el territorio.

Del total de agricultores pertenecientes a las comunidades, una porción menor ha sido objeto de la ejecución de proyectos de innovación, como los casos de la producción de alfalfa en Talabre y viñedos en Toconao, y la instalación de invernaderos en Socaire. Del resto de comuneros, buena parte está dispuesta a la adopción de cambios, aunque los agricultores de más edad son reticentes a la ejecución de algunos proyectos. Estos agricultores han acusado la falta de información sobre proyectos ejecutados e información técnica de éstos, lo que es también una brecha para la innovación, ya que una información oportuna es básica para tomar decisiones en cualquier ámbito.

En la Zona 2 la transferencia tecnológica es realizada a través del INDAP, con asesoría permanente en las comunidades de Chiu Chiu, Lasana, Caspana y Ayquina. En 2012, Ollague fue beneficiado con el programa PDTI de INDAP, cuyo objetivo es la asesoría técnica a los agricultores. Recientemente, se ha firmado un convenio con PRO LOA para expandir el impacto que esta organización tuvo en Ollague.

Entre los agricultores existen grupos con alta capacidad y disposición de adoptar cambios, siempre y cuando se considere la tradición indígena y el contexto de desarrollo local. Existen grandes oportunidades para la implementación tecnológica, ya que los agricultores tienen motivación para el desarrollo de su agricultura. De acuerdo con este diagnóstico, la brecha es que faltan iniciativas de transferencia tecnológica para procesos productivos y manejo del riego. Sin embargo, entre los agricultores de más edad se presenta como brecha el arraigo de conocimientos en los grupos productivos, lo que dificultaría la expansión de las capacidades a los agricultores del territorio.

En la Zona 3, en Quillagua se implementó el año 2013 un proyecto de invernadero que opera con NFT para el cultivo hidropónico de lechugas. La iniciativa Lomas Sustentables ha permitido estudios en especies como el melón, el que actualmente está en ensayos de rendimiento en la zona de Calama. A pesar de estas iniciativas, la brecha detectada es que existen necesidades de los agricultores que no han sido satisfechas, donde el denominador común que plantean es la falta de ejecución de propuestas que se han planteado y no se han cumplido.

Recientemente se ha realizado una jornada de capacitación en agroecología y diversidad, en la cual se entregó nociones en ambas materias finalizando la jornada con la construcción de un deshidratador solar, realizado por PRO LOA y PRODESAL, con el apoyo de la Universidad de Santiago. Calama también es parte de la alianza estratégica de INDAP y PRO LOA, para mejorar las labores de fomento y asesoría técnica de los agricultores.

En la Zona 4 no se han desarrollado iniciativas de investigación de mayor impacto y envergadura. Se han ejecutado actividades puntuales como talleres informativos y pasantías internacionales a conocer experiencias exitosas. Existe la demanda de iniciativas focalizadas en los grupos de regantes.

El municipio e INDAP a través del PRODESAL, ejecutan asistencia técnica a los agricultores de San Pedro de Atacama, apoyando a 238 agricultores, destacando algunas actividades como giras tecnológicas y la adquisición de herramientas productivas.

Existen otras iniciativas impulsadas por el programa de desarrollo local (PRODESAL), como por ejemplo la producción orgánica y la captura de aguas lluvias, experiencias adquiridas en gira técnica el año 2012 al sur del país. Asimismo, el Liceo Agrícola de San Pedro de Atacama ha implementado iniciativas relacionadas, tales pasantías a sus alumnos a Argentina a conocer nuevas técnicas en la producción de quínoa y procesos de agroindustria.

En la Zona 5 No se ha desarrollado iniciativas de investigación. Se ha constatado la necesidad de iniciativas de maximización de las producciones agrícolas: suelo, plagas, aguas. La transferencia tecnológica es brindada por el programa PRODESAL de INDAP, quiénes se han especializado en brindar apoyo en la producción de olivos. Las organizaciones cuentan con la capacidad y necesidad de insertar mejoras e innovaciones en su producción.

En la Zona 6 en el año 2013, a través de proyecto FIA y CEITSAZA, la Universidad de Antofagasta y el Centro CICITEM, entregaron aporte técnico y científico a productores. Cuentan con apoyo de INDAP y PRODESAL. El año 2015, CORFO inauguró el Nodo “Productores Agrícolas del Desierto de Atacama”, proyecto que dura 2 años. Cuentan con alta capacidad y necesidad de adoptar cambios para optimizar su producción, aun cuando los desafíos ambientales persisten.

5.2 Identificación de Posibles Soluciones a las Brechas Identificadas

La identificación de iniciativas corresponde a definir posibles soluciones a las brechas planteadas anteriormente, pensadas como oportunidades de mejora y soluciones para los problemas detectados en los territorios del Plan. Para cada una de las brechas identificadas anteriormente, puede existir más de una alternativa de solución y oportunidad de mejora, las que posteriormente se han traducido en ideas/perfiles de estudios, programas y proyectos.

Las posibles soluciones a las brechas identificadas en el desarrollo del Plan de Riego comprenden el desarrollo de iniciativas que pueden ser diferenciadas entre estudios, programas y proyectos. A través de los estudios se genera información que permita identificar distintas soluciones a cada problemática, mientras que a través de los proyectos se realizan estudios en su etapa de pre inversión, que para el caso de la CNR corresponde principalmente a embalses y canales. Finalmente, a través de programas se busca crear, incrementar o mejorar las capacidades de agricultores, agricultoras y sus organizaciones, en materias de gestión de riego haciendo de esta forma un uso eficiente e inteligente del agua para riego.

Las posibles soluciones definidas para el universo completo de brechas identificadas, en algunas ocasiones dan respuesta a una o varias brechas, en uno o varios de los territorios del Plan. En el caso en que las soluciones responden a brechas comunes entre territorios, por lo cual las iniciativas se han planteado en forma regional para ser incluidas en la cartera de iniciativas del Plan de Gestión de Riego. El listado completo de las alternativas identificadas como posibles soluciones se han incluido en el Anexo 26 donde se presenta la identificación de brechas y posibles soluciones.

5.3 Cartera de Propuesta de Iniciativas de Inversión

La cartera de iniciativas propuesta por el PGR consta de 8 iniciativas a desarrollar por la CNR, las cuales se dividen en 5 programas, 2 estudios y 1 proyecto. A continuación, se presenta la descripción general de las iniciativas. El desarrollo de la idea avanzada de cada iniciativa propuesta se presenta en el Anexo 31.

5.3.1 Iniciativas a ejecutar por Comisión Nacional de Riego

5.3.1.1 Iniciativa de Inversión 1

Nombre Iniciativa	Validación y Transferencia Tecnológica de Sistemas de Riego en las Comunidades Indígenas de Atacama La Grande
Tipo Iniciativa	PROGRAMA
Justificación	La escasez hídrica corresponde a uno de los factores limitantes para la productividad agrícola, los turnos se han distanciado, disminuyendo la superficie cultivable y generando baja eficiencia en el riego. Los objetivos de este programa es validar sistemas de riego utilizados, además de capacitar a los usuarios en la implementación de estos (tiempos y frecuencia de riego, tipo de cultivo, características de los suelos etc.), como alternativa para el mejor aprovechamiento de los recursos hídricos.
Beneficiarios	Comunidad atacameña de Toconao, localidades de Talabre, Toconao y Socaire.
Costo aproximado	\$ 220.400.000

5.3.1.2 Iniciativa de Inversión 2

Nombre Iniciativa	Diagnóstico de la Red de Conducción y Distribución de Sistemas de Riego en la Cuenca del Salar de Atacama
Tipo Iniciativa	ESTUDIO
Justificación	Las obras de canalización existentes evidencian pérdidas por infiltración de canales dañados y no revestidos. Asimismo, estas obras presentan dificultades por la obstrucción causada por desechos y basura. Además, los canales intraprediales son zanjas de tierra, disminuyendo aún más la eficiencia, aprovechando solo el 30% del caudal conducido. El objetivo de esta iniciativa es realizar un diagnóstico de las necesidades de mejoramiento de canales para elaborar perfiles de proyectos a presentar a la Ley de Fomento al Riego, con el fin de optimizar la planificación de las obras a realizar.
Beneficiarios	Agricultores comunidad atacameña de Toconao y de comunidades atacameñas de San Pedro de Atacama.
Costo aproximado	\$ 98.110.000

5.3.1.3 Iniciativa de Inversión 3

Nombre Iniciativa	Transferencia para el Levantamiento de Tranques de Regulación Corta para Pequeños Agricultores de la región de Antofagasta
Tipo Iniciativa	PROGRAMA
Justificación	La deficiencia en la captación y distribución del agua disponible impacta directamente en la organización de los turnos de riego, los que en algunos casos se prolongan por más de 30 días. Esta baja frecuencia impacta negativamente en los cultivos y puede generar pérdidas significativas en determinados momentos del ciclo productivo. El objetivo de este programa es capacitar e implementar sistemas individuales de acumulación, de manera de contribuir a la gestión eficiente de los recursos hídricos, sobre todo en tiempos de escasez. Además, se levantarán perfiles de proyectos de obras de acumulación para ser elaborados por consultores de la zona y ser presentados a los concursos de la Ley de Fomento.
Beneficiarios	Agricultores cuencas río Loa y Salar de Atacama.
Costo aproximado	\$ 217.581.000

5.3.1.4 Iniciativa de Inversión 4

Nombre Iniciativa	Transferencia Tecnológica en el Manejo de Obras Extraprediales y Técnicas de Riego en Alto El Loa
Tipo Iniciativa	PROGRAMA
Justificación	En la Zona de Alto El Loa existe un bajo número de proyectos presentados a la Ley de Fomento al Riego 18.450. Uno de los motivos que explica esta situación es que la región presenta una falta de consultores de riego. Otro de los motivos es que en la zona existen dificultades internas como falta de regularización de títulos de dominio de tierra y aguas, tanto a nivel comunitario como a nivel individual. Además, existe un desconocimiento de los beneficios del uso de sistemas de riego. El programa tiene como objetivo contribuir a mejorar la eficiencia en técnicas de riego para las comunidades de Alto El Loa, buscando mejorar las capacidades técnicas de los usuarios. Además, como uno de los productos finales del programa, se contará con una cartera de proyectos para ser presentados a la Ley de Fomento al Riego.
Beneficiarios	Agricultores Alto El Loa.
Costo aproximado	\$ 227.200.000

5.3.1.5 Iniciativa de Inversión 5

Nombre Iniciativa	Transferencia Tecnológica para la Validación de Sistemas de Abatimiento de Contaminantes de Agua de Riego y Levantamiento de Demanda de Tecnologías de Abatimiento en la Región de Antofagasta
Tipo Iniciativa	PROGRAMA
Justificación	Según los análisis de calidad química de agua, se han detectado niveles elevados de arsénico, boro y cloruro. Asimismo, la conductividad eléctrica presenta altos valores lo que podría provocar efectos en cultivos sensibles, obstrucción en los sistemas de goteo y salinización del suelo. Lo anterior limita la diversificación productiva como en la ciudad de Calama que está limitada principalmente a cultivos de maíz, y alfalfa. El programa tiene como objetivo investigar y validar tecnologías de abatimiento, evaluar las más eficientes y de menor costo, para determinar la mejor alternativa de tratamiento de aguas para riego. Además, pretende transferir la tecnología a los usuarios y levantar perfiles de proyectos para ser presentados a la Ley de Fomento. El programa incluye un estudio piloto a implementar en Calama, donde se analicen diferentes tecnologías de abatimiento de contaminantes, se analicen sus costos y se transfiera la tecnología a los usuarios y se levante la demanda de perfiles para ser presentados a la Ley de Fomento al riego.
Beneficiarios	Agricultores Calama, Quillagua y Alto el Loa.
Costo aproximado	\$436.272.700

5.3.1.6 Iniciativa de Inversión 6

Nombre Iniciativa	Prefactibilidad Mejoramiento del Sistema de Riego del Río San Pedro
Tipo Iniciativa	PROYECTO
Justificación	Según se ha constatado, existe una mala calidad del agua proveniente del río San Pedro que alimenta el sistema de riego. Los agricultores manifiestan que el agua de dicho río se contamina con sales, pues atraviesa zonas de gran salinidad y se encuentran cercanos a zonas de salares. El proyecto tiene como objetivo la evaluación de la prefactibilidad para la habilitación de un acueducto de desviación del río San Pedro, con la finalidad de que estas aguas no entren en contacto con la zona de San Pedro de Atacama, donde aumenta su concentración de sales. Finalmente, se busca contar con un proyecto de prefactibilidad de un acueducto, que entregue la ingeniería de detalles y las especificaciones técnicas necesarias para la solicitud de los fondos para su ejecución.
Beneficiarios	Agricultores San Pedro de Atacama
Costo aproximado	\$313.000.000

5.3.1.7 Iniciativa de Inversión 7

Nombre Iniciativa	Análisis de Rentabilidad de Alternativas de Fuentes de Agua para Uso Exclusivo en Riego en Taltal y Antofagasta
Tipo Iniciativa	ESTUDIO
Justificación	La zona costera de la Región de Antofagasta no cuenta con disponibilidad de agua para riego. Para suplir esta falta, los agricultores de Antofagasta y Taltal utilizan agua potable, con altos costos operacionales. En la zona de Taltal se han identificado algunos pozos, pero que presentan problemas de regularización. El estudio tiene como objetivo identificar diferentes fuentes de agua para suplir la demanda de agua para riego con la alternativa más rentable económicamente para los regantes de la zona.
Beneficiarios	Agricultores Asgralpa, La Cachina, Los Loros y El Hueso.
Costo aproximado	\$94.311.260

5.3.1.8 Iniciativa de Inversión 8

Nombre Iniciativa	Fortalecimiento Organizacional y Transferencia Tecnológica para la Gestión Eficiente de Recursos Hídricos en los Ayllu de San Pedro de Atacama
Tipo Iniciativa	PROGRAMA
Justificación	En San Pedro de Atacama, producto de la escasez hídrica y la consecuente disminución del agua destinada para uso agrícola, los turnos de riego han sufrido un distanciamiento progresivo. Los agricultores requieren de un apoyo técnico específico para la gestión de los recursos hídricos de que disponen, ya que actualmente no están aprovechando toda el agua del turno. Este programa tiene como objetivo contribuir a la capacitación técnica de los agricultores de los Ayllu de San Pedro de Atacama para la gestión eficiente de los recursos hídricos.
Beneficiarios	Asociación de regantes de San Pedro de Atacama.
Costo aproximado	\$227.970.000

5.3.2 Iniciativas a ejecutar por Otras Instituciones

El levantamiento de diagnóstico y la definición de brechas del PGR, ha dado lugar a iniciativas que podrían ser ejecutadas por instituciones distintas a la CNR. Esta cartera no forma parte del Plan de Gestión, aunque contribuirían a solucionar algunas de las principales brechas, lo cual justifica la necesidad de levantarlas como iniciativa y proponer su ejecución a las instituciones.

Tabla 5-1 Iniciativas a ejecutar por otras Instituciones

Nombre Iniciativa de Inversión	Propuesta Institución Responsable	Tipo	Alcance	Presupuesto Estimado (\$M)
Estudio de cauces de la Cuenca del Salar de Atacama: río San Pedro, río Vilama, Río Toconao y Quebrada Zapar	DOH	Estudio	Cuenca Hidrográfica Salar de Atacama	360.000
Estudio del Impacto de los Pasivos Ambientales Mineros del territorio en la actividad agrícola	SAG-INIA	Estudio	Comuna Calama	200.000
Estudio de Cuencas del río Loa. Identificar disponibilidad de agua en el acuífero para definir zonas de restricción y prohibición de solicitud de nuevas exploraciones y extracciones	DGA	Estudio	Cuenca río Loa	300.000
Desarrollo agrícola en las comunidades indígenas de Alto el Loa	INDAP - CONADI	Programa	Sector Alto el Loa	200.000
Desarrollo de la agricultura desértica Taltal	INDAP – FIA	Programa	Comuna Taltal	200.000
Asistencia técnica para la certificación de denominación de origen de productos agrícolas de las Comunidades Indígenas	CONADI-INDAP	Programa	Región	300.000
Preservación de la agricultura ancestral, con incentivo a la agricultura joven en las Comunidades Indígenas de Alto el Loa	CONADI-INDAP	Programa	Sector Alto el Loa	300.000
Instalación Oficina Experimental INIA Región de Antofagasta	INIA – MINAGRI	Proyecto	Región	1.000.000
Construcción de canales Intraprediales en Toconao y Socaire	INDAP - CONADI	Proyecto	Toconao y Socaire	200.000
Implementación de estanques acumuladores individuales, infraestructura de conducción extrapredial ASGRALPA	DOH – INDAP	Proyecto	Sector Alto la Portada	400.000

Fuente: Elaboración propia

5.4 Metodología de Priorización de Iniciativas

Las iniciativas propuestas como soluciones a las brechas identificadas en los territorios de riego, han sido sometidas a un proceso de priorización mediante el cual se tuvo como objetivo el establecer un orden temporal de ejecución en el territorio. A través de la metodología que a continuación se describe, se ha obtenido el ranking de iniciativas priorizadas incluidas en el Plan de Gestión de Riego de la Región de Antofagasta.

Para la priorización de las iniciativas se ha utilizado una metodología multicriterio que considera lo establecido por el Consejo de Ministros de la CNR en el Programa de Pequeños Embalses. Estos criterios son económico, social, estratégico, medio ambiente y gestión.

Cada criterio está compuesto por subcriterios, que son los que entregan los lineamientos de interpretación y evaluación del criterio general. Por lo tanto, los diferentes subcriterios completan el criterio, tanto en su definición como en el alcance acotado a la realidad de la región. De acuerdo a esto, para cada subcriterio se ha elaborado un indicador con el que se han analizado las iniciativas propuestas para el PGR. Cada indicador entrega un valor numérico según las características propias de cada inversión y están orientados a destacar aquellas iniciativas que benefician a un mayor número de agricultores, al nivel de pobreza de los agricultores, entre otros aspectos.

La suma de los indicadores numéricos de cada subcriterio ha de ser un valor igual para cada criterio, el que en este caso se ha considerado igual a 1. Por lo tanto, cada subcriterio tiene una ponderación específica la cual ha sido asignada en conjunto por los profesionales expertos de la CNR, del Plan de Riego y valorada por la CRR.

Para determinar entre los criterios de priorización cuál es el de mayor peso en la región, se ha aplicado en talleres participativos una metodología que recogió la ponderación que los usuarios de riego entregan a cada criterio. La metodología se ha hecho extensiva también a algunas instituciones de la región que están relacionadas con la gestión del riego y los recursos hídricos.

La siguiente tabla muestra los criterios y subcriterios que se han considerado en la metodología de priorización, junto a la ponderación de cada subcriterio. Posteriormente, se describen los subcriterios y el indicador con el que se midió cada iniciativa.

Tabla 5-2 Criterios y subcriterios para la priorización

Criterio	Subcriterio	Ponderación
GESTIÓN	INTERÉS DE LOS USUARIOS/AS	0,4
	INTERÉS REGIONAL	0,3
	NIVEL ORGANIZACIONAL	0,3
SOCIAL	ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO (IDH)	0,2
	ARRAIGO TERRITORIAL	0,2
	TERRITORIOS CON POBLACIÓN INDÍGENA	0,3
	ÁREA PRIORITARIA	0,2
	ZONA EXTREMA O FRONTERIZA	0,1
ESTRATÉGICO	NIVEL DE CALIDAD DE LAS AGUAS	0,3
	AGUA POTABLE	0,2
	MICRO HIDROGENERACIÓN	0,3
	LINEAMIENTO INSTITUCIONAL	0,2
MEDIO AMBIENTE	CAPACIDAD DE PREVENIR O MITIGAR IMPACTOS AMBIENTALES	0,4
	POTENCIALIDAD DE CAUSAR IMPACTO EN LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA Y LAS COMUNIDADES	0,6
ECONÓMICO	RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN	0,6
	ESCALA DE LA INVERSIÓN	0,4

Fuente: Elaboración propia.

5.4.1 Criterios y Subcriterios

A continuación, se especifica la conceptualización de cada criterio y subcriterio, y se describe el indicador utilizado en cada caso.

5.4.1.1 Criterio Gestión

El criterio gestión se refiere al ejercicio de responsabilidades sobre una iniciativa. Por lo tanto, aborda la gestión organizacional e institucional. El criterio gestión contempla los siguientes subcriterios:

Interés de los Usuarios

El subcriterio interés de los usuarios prioriza iniciativas en las cuales los beneficiarios desarrollen presenten mayor compromiso e interés. El indicador es dicotómico y entrega puntaje 10 a aquellas iniciativas en las que es posible identificar un alto compromiso e interés de los beneficiarios, mientras que entrega puntaje 0 a aquellas iniciativas donde los beneficiarios no muestran alto interés o compromiso.

Interés Regional

El subcriterio interés regional prioriza iniciativas que cuentan con el interés de otras instituciones de forma total o parcial. El indicador es cualitativo y considera el interés de los otros actores de vincularse de forma directa o indirecta a la iniciativa mediante compromisos u otros. Asimismo, el indicador es dicotómico y entrega puntaje 10 si se demuestra que existen actores interesados en la iniciativa, mientras que el puntaje es 0 si es que no existen actores interesados o existen otros que dificultan la iniciativa.

Nivel Organizacional

El subcriterio nivel organizacional prioriza iniciativas en las cuales existe algún nivel de organización de los usuarios de agua, por lo que entregará mayor puntaje a aquellas iniciativas que se desarrollen en territorios con presencia de OUAs. El indicador es dicotómico y entrega puntaje 10 a las iniciativas con presencia de OUAs en el territorio en que se desarrolla la iniciativa y puntaje 0 en los casos de inexistencia o bajo nivel de OUAs organizadas en el territorio en que se desarrolla la iniciativa.

5.4.1.2 Criterio Social

El criterio social pretende considerar el efecto de la iniciativa en el entorno social, enfocándose en el impacto a la pobreza y al beneficio a las personas del territorio que se verán impactadas por el proyecto, programa o estudio. En la Región de Antofagasta, este criterio se enfoca de manera especial en el arraigo territorial y en las comunidades indígenas del territorio. El criterio social está compuesto por los siguientes subcriterios:

Índice de Desarrollo Humano (IDH)

El IDH mide aspectos tales como salud, ingreso y educación en un solo factor con distintos niveles de calificación. Mediante este índice se define el nivel de desarrollo de la comuna beneficiaria. Los rangos son los siguientes:

- Muy Bajo: 0,5 a 0,59.
- Bajo: 0,6 a 0,69.
- Medio: 0,7 a 0,79.
- Alto: 0,8 a 0,89.
- Muy Alto: 0,9 o superior.

En la Región de Antofagasta, los IDH mínimo y máximo son 0,679 y 0,789, respectivamente. De acuerdo con este índice, se establecieron puntajes de acuerdo al nivel de calificación del IDH en la comuna donde cada iniciativa se desarrollará. El indicador de este subcriterio es dicotómico, en consecuencia, si la localización de la iniciativa se encuentra en una comuna con IDH bajo,

obtiene el puntaje 10 y si, por el contrario, la iniciativa se ubicará en una comuna con IDH medio, obtiene puntaje 5.

Arraigo Territorial

El subcriterio arraigo territorial prioriza iniciativas en comunas que han presentado una tasa decreciente de su población total. Este fenómeno afecta a algunas comunas con población indígena, donde las personas han migrado desde la vida rural a la minería, causando despoblamiento de algunas localidades. Así mismo, es importante recoger la variable de la dedicación a la actividad agrícola, debido a que hay comunas como San Pedro de Atacama y Calama, donde la población ha aumentado en los últimos años por las actividades asociadas al turismo, la minería y comercio.

Para analizar este subcriterio, el indicador es dicotómico y entrega puntaje 10 a aquellas iniciativas en comunas con tasa decreciente de población dedicada a la actividad agrícola y puntaje 0 en las comunas con tasa creciente de población agrícola o que no han sufrido variación desde el Censo 2002. La tasa se calcula con la información de los dos últimos censos, para analizar la tendencia.

Territorios con Población Indígena

El subcriterio territorios con población indígena prioriza iniciativas cuyo beneficio alcance beneficiarios pertenecientes a pueblos originarios. En la región estos pueblos son los que han mantenido la actividad agrícola como medio de subsistencia. Para evaluar positivamente el beneficio de la iniciativa en la población indígena, el indicador es dicotómico y entrega puntaje 10 a aquellas iniciativas que beneficien a territorios con comunidades indígenas y puntaje 0 a aquellas iniciativas que no beneficien a territorios con presencia de pueblos originarios.

Área Prioritaria

El subcriterio área prioritaria prioriza iniciativas que se encuentren en los Subterritorios del Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial (PIRDT) que define la Subsecretaría de Desarrollo Regional en conjunto con el Gobierno Regional.

El indicador de este subcriterio es dicotómico y entrega puntaje 10 a aquellas iniciativas que beneficien a una comuna o subterritorio PIRDT y puntaje 0 a iniciativas que beneficien a otros territorios.

Zona Extrema o Fronteriza

El subcriterio zona extrema o fronteriza prioriza iniciativas que beneficien a territorios ubicados en zonas extremas o fronterizas. Para evaluar positivamente este impacto, el indicador dicotómico entrega puntaje 10 a aquellas iniciativas que beneficien a territorios ubicados en zonas extremas o fronterizas y puntaje 0 a aquellas iniciativas que beneficien a otros territorios.

5.4.1.3 Criterio Estratégico

El criterio estratégico prioriza aquellas iniciativas que representen mayor aporte al desarrollo estratégico de la región y de las zonas agrícolas que la componen, tanto en el ámbito de la gestión de los recursos hídricos, como en el apoyo al agua potable y a la hidrogenación. Además, este subcriterio prioriza a aquellas iniciativas con mayor nivel de cumplimiento de los lineamientos de la CNR, acordes con los intereses del territorio. De acuerdo con lo descrito, el criterio estratégico está compuesto por los siguientes subcriterios:

Nivel de Calidad de las Aguas

El subcriterio nivel de calidad de las aguas prioriza las iniciativas que contribuyan directamente a mejorar la problemática de calidad de agua para el riego. El indicador es dicotómico. Las iniciativas que generen un impacto positivo y directo en la calidad de las aguas, reciben puntaje 10, mientras que las que no tienen un impacto directo reciben puntaje 0.

Agua Potable

El subcriterio agua potable prioriza las iniciativas que entreguen apoyo a los sistemas de Agua Potable Rural (APR) existentes o potenciales en el territorio. El indicador es dicotómico y entrega puntaje 10 a aquellas iniciativas que apoyen los sistemas de APR, mientras que entrega puntaje 0 a aquellas iniciativas que no apoyen los sistemas actuales o potenciales.

Microhidrogeneración

El subcriterio microhidrogeneración prioriza aquellos proyectos de microhidrogeneración que generen mayor cantidad de MWh/año. El indicador es dicotómico y entrega puntaje 10 a la iniciativa que genere más energía. Para las restantes se debe aplicar el cálculo indicado en la siguiente fórmula:

$$\text{Siguiente capacidad de generación} = \text{valor e} / \text{max valor e} * 10$$

Lineamiento Institucional

El subcriterio lineamiento institucional prioriza las iniciativas que cumplen con algunos de los lineamientos de la CNR acorde con los intereses del territorio, como el desarrollo de pequeña agricultura y la diversificación de los cultivos. El indicador entrega mayor puntaje a aquellas iniciativas que cumplan con al menos tres objetivos estratégicos de CNR. De este modo la puntuación se establece de la siguiente manera:

- Iniciativa cumple con al menos 3 objetivos estratégicos = 10.
- Iniciativa cumple con dos objetivos estratégicos = 6.
- Iniciativa cumple con uno de los objetivos estratégicos = 3.
- Iniciativa no cumple con ningún objetivo estratégico = 0.

5.4.1.4 Criterio Medio Ambiente

El criterio medio ambiente prioriza las iniciativas que no tengan un impacto negativo en el medio ambiente o la salud de las personas. Este criterio está compuesto por los siguientes subcriterios:

Capacidad de Prevenir o Mitigar Impactos Ambientales

El subcriterio capacidad de prevenir o mitigar impactos ambientales prioriza iniciativas que consideren la temática del medio ambiente y generen los menores impactos. El indicador entrega puntaje máximo a aquellas iniciativas que consideran la cuestión ambiental y que generen impactos mínimos en este aspecto. De acuerdo con lo anterior, los puntajes se establecen de acuerdo a la siguiente clasificación:

- La iniciativa no genera impacto o es mínimo = 10.
- La iniciativa genera impacto leve = 6.
- La iniciativa genera impacto grave = 3.

Potencialidad de Causar Impacto en la Conservación de la Naturaleza y las Comunidades

El subcriterio potencialidad de causar impacto en la conservación de la naturaleza y las comunidades prioriza las iniciativas que no impacten en forma negativa las áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado, SNASPE, y a las comunidades. El indicador es dicotómico y entrega puntaje 10 a aquellas iniciativas que no impacten negativamente la conservación de los ecosistemas y tampoco obliga a la relocalización de comunidades en ninguna de sus etapas de ejecución. Por el contrario, si la iniciativa altera el medio ambiente y se encuentra próxima a áreas protegidas, o a sitios o humedales protegidos, u obliga a la relocalización de comunidades en alguna de sus etapas de ejecución, recibe puntaje 0.

5.4.1.5 Criterio Económico

El criterio económico prioriza aquellas iniciativas rentables socialmente desde el punto de vista de la producción agrícola. Este criterio está compuesto por los siguientes subcriterios:

Rentabilidad

El subcriterio rentabilidad prioriza las iniciativas que impactan positivamente en la disponibilidad de recursos económicos de los beneficiarios. La rentabilidad se cuantifica considerando la inversión por ha equivalente de riego o la inversión por beneficiario. En la evaluación de los proyectos, el indicador es Inversión por ha Equivalente (Costo total/ha beneficiada) y en el caso de los Estudios y Programas, el indicador es la Inversión por Beneficiario (Costo total/N° beneficiarios). El resultado menor obtendrá puntaje máximo y los siguientes resultados obtendrán puntaje de acuerdo a la siguiente ecuación: $\min(\text{VALOR } i) / (\text{VALOR } i) \times 100$

Escala de la Inversión

El subcriterio escala de la inversión prioriza iniciativas en términos de su alcance, medido de acuerdo al impacto de la misma por unidad de superficie. El indicador valora la iniciativa de acuerdo a la extensión espacial del territorio beneficiado de acuerdo a la siguiente clasificación:

- La iniciativa se desarrolla a nivel de cuenca = 10.
- La iniciativa se desarrolla a nivel de subcuenca = 6.
- La iniciativa se desarrolla a nivel de tramo de cuenca, OUA o agrupación de usuarios = 3.

5.4.2 Aplicación de Subcriterios por Iniciativa

El resultado de la aplicación de los subcriterios de priorización por iniciativa en cartera del PGR se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5-3 Cálculo de subcriterios de priorización por IDI

Nº	Iniciativa	Gestión	Social	Estratégico	Ambiental	Económico
1	Validación y Transferencia Tecnológica de Sistemas de Riego en las Comunidades Indígenas de Atacama La Grande	4,0	5,5	2,4	10,0	6,7
2	Diagnóstico de la Red de Conducción y Distribución de Sistemas de Riego en la Cuenca del Salar de Atacama	4,0	5,5	1,2	10,0	8,4
3	Transferencia para el Levantamiento de Tranques de Regulación Corta para Pequeños Agricultores de la región de Antofagasta	7,0	5,5	5,4	10,0	4,9
4	Transferencia Tecnológica en el Manejo de Obras Extraprediales y Técnicas de Riego en Alto El Loa	3,0	8,5	2,4	10,0	5,3
5	Transferencia Tecnológica para la Validación de Sistemas de Abatimiento de Contaminantes de Agua de Riego y Levantamiento de Demanda de Tecnologías de Abatimiento en la Región de Antofagasta	4,9	8,5	4,2	10,0	3,0
6	Prefactibilidad Mejoramiento del Sistema de Riego del Río San Pedro	4,0	5,5	4,2	6,0	8,4
7	Análisis de Rentabilidad de Alternativas de Fuentes de Agua para Uso Exclusivo en Riego en Taltal y Antofagasta	0,0	0,5	1,2	10,0	4,7
8	Fortalecimiento Organizacional y Transferencia Tecnológica para la Gestión Eficiente de Recursos Hídricos en los Ayllu San Pedro de Atacama	4,0	5,5	2,4	10,0	3,8

Fuente: Elaboración propia.

El valor de cada indicador fue posteriormente multiplicado por el peso asignado por los actores para cada criterio, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Puntaje\ Final_i = \sum Puntaje\ Criterio_i * Peso\ del\ Criterio_i$$

5.4.3 Ponderación de los Criterios

Para generar el Ránking de priorización, cada iniciativa fue evaluada de acuerdo con los indicadores propuestos por subcriterio. En el Anexo 30 se entrega la matriz de cálculo en la cual se ha incorporado el resultado de los indicadores y de la ponderación de los usuarios, obteniendo como resultado final el ranking de iniciativas junto al cronograma de ejecución. A continuación, se describe el detalle de la metodología utilizada.

5.4.3.1 Metodología de Priorización

La priorización de las iniciativas se ha realizado de manera participativa en talleres con los actores de la comunidad y también en reuniones de trabajo con los integrantes de la CRR. En las reuniones con CRR, se han definido los subcriterios y sus indicadores, con los aportes de los expertos de los distintos servicios públicos. De este modo, se han definido con precisión los subcriterios más adecuados de acuerdo con la realidad regional y los indicadores más apropiados para abordarlos y de este modo analizar las iniciativas que resulten en las mejores opciones para el PGR.

En las actividades participativas, se ha convocado a los usuarios que han participado en etapas anteriores del estudio, desarrollando sesiones de trabajo con el objetivo de realizar la ponderación de los criterios generales utilizados para analizar las iniciativas.

Para cumplir con este objetivo, se ha presentado a los asistentes una exposición de los criterios generales con lenguaje sencillo y apoyo gráfico, con el fin de aclarar los cinco conceptos generales que corresponden a los cinco criterios. Posteriormente, se les ha solicitado a los presentes el llenado de la ficha preparada para estos efectos, en que los asistentes han asignado el peso a los criterios generales.

Figura 5-1 Ficha de ponderación de criterios




FICHA DE PONDERACIÓN DE CRITERIOS PARA LAS INICIATIVAS DEL PLAN DE RIEGO Y DRENAJE DE LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA

El Plan de Riego de la Región de Antofagasta es un proyecto participativo de la Comisión Nacional de Riego, CNR, en que agricultores (as), técnicos y comunidades indígenas participarán en el diseño de la cartera de iniciativas de CNR para la Región.

En la presente ficha, la CNR solicita su colaboración para conocer su opinión respecto de los criterios que se aplicarán para definir la prioridad de las iniciativas del Plan de Riego.

Por tanto, le agradeceremos que escriba en el recuadro de la columna puntuación (a la derecha de la tabla), un número del 1 al 5, donde el 5 representa el criterio de mayor importancia y el 1 el criterio de menor importancia. Puede haber más de un criterio con puntuación 5.

CRITERIO	DEFINICIÓN	PUNTUACIÓN
GESTIÓN	El criterio gestión aborda los aspectos de gestión organizacional e institucional. De este modo, prioriza iniciativas que facilitan a los beneficiarios el acceso a los diferentes programas de fomento. Además, prioriza iniciativas que cuenten con el financiamiento regional, ya sea de forma total o parcial.	
SOCIAL	El criterio social privilegia las iniciativas que contribuyen a disminuir la pobreza y entrega más puntaje a aquellas iniciativas que impactan positivamente en el arraigo territorial, benefician a una mayor cantidad de usuarios y se encuentran en territorios con población indígena o en zonas extremas o fronterizas.	
ESTRATÉGICO	El criterio estratégico evalúa positivamente las iniciativas que representen mayor aporte a la gestión de los recursos hídricos, aportes al agua potable o a la hidrogenación. Este criterio privilegia iniciativas con un impacto positivo en la disponibilidad de agua y mejoren su calidad.	
MEDIO AMBIENTE	El criterio medio ambiente entrega mayor puntuación a las iniciativas que tienen un impacto positivo en el medio ambiente, ya sea en el entorno o en la salud de las personas.	
ECONÓMICO	El criterio económico privilegia las iniciativas que son rentables socialmente desde el punto de vista de la producción agrícola. Este criterio considera la inversión por hectárea equivalente de riego y privilegia iniciativas que favorezcan a un mayor número de beneficiarios. Además, considera la inversión de acuerdo con la extensión del territorio beneficiado.	

Comuna								
Tipo usuario (indicar x)	Agricultor		Técnico		Institución		Comunidad	
Comunidad / Institución								
Nombre de la persona								
Cargo (si procede)								
Teléfono	Correo electrónico:							
Fecha	/ / /16				Firma:			

Fuente: Elaboración propia en base CNR, 2015.

5.4.3.2 Actividades de Priorización en los Territorios

En las distintas zonas de trabajo se realizaron talleres participativos, a los que se invitó a los beneficiarios del estudio, con especial énfasis en los dirigentes de las comunidades. En el Anexo 29 se adjuntan los respaldos de las fichas de priorización recopiladas en la región.

A continuación, se presenta una tabla resumen con el calendario de las actividades realizadas:

Tabla 5-4 Calendario de actividades de ponderación de criterios

ZONA	Lugar	Ubicación	Fecha	Nº de participantes
Zona 1	Toconao	Sede Junta de Vecinos Toconao	30.08.2016	8
Zona 2	Chiu Chiu	Sede Junta de Vecinos Chiu Chiu	02.09.2016	9
Zona 3	Calama	Sede ASAC, Los Andes 1066	01.09.2016	11
Zona 4	San Pedro de Atacama	Sede Junta de Vecinos SPA	31.08.2016	11
Zona 5	Taltal	Biblioteca Pública Torreblanca 286	07.09.2016	9
Zona 6	Antofagasta	Sede ASGRALPA Magnetita 10425	05.09.2016	10

Fuente: Elaboración propia.

5.4.3.3 Cálculo de Ponderación de Criterios

De acuerdo a las fichas de priorización, se realizó el cálculo del peso de cada criterio por zona de trabajo y a nivel región. Este último cálculo se realizó de forma orientativa para evaluar los resultados, ya que la priorización consideró las zonas impactadas por la iniciativa y no la ponderación regional de criterios.

De acuerdo a la información recogida, los criterios a los cuales los usuarios asignaron mayor peso tanto a nivel de zona como regional, fue el criterio social, lo que se condice con la influyente presencia de las comunidades indígenas. El siguiente criterio en importancia fue el medio ambiente. Se presentan a continuación:

Tabla 5-5 Ponderación de criterios de priorización

Zona	Gestión	Social	Estratégico	Medio Ambiente	Económico
Zona 1	0,14	0,24	0,18	0,22	0,22
Zona 2	0,16	0,23	0,21	0,22	0,18
Zona 3	0,16	0,26	0,22	0,21	0,15
Zona 4	0,16	0,23	0,20	0,24	0,16
Zona 5	0,17	0,22	0,22	0,22	0,18
Zona 6	0,20	0,22	0,22	0,23	0,13
Región	0,16	0,23	0,21	0,22	0,17

Fuente: Elaboración propia.

5.5 Iniciativas Priorizadas

La priorización de las iniciativas se ha realizado de manera participativa en talleres con los actores de la comunidad y también en reuniones de trabajo con los integrantes de la CRR. En las reuniones

con CRR, se han definido los subcriterios y sus indicadores, con los aportes de los expertos de los distintos servicios públicos.

En las actividades participativas, se ha convocado a los usuarios que han participado en etapas anteriores del estudio, desarrollando sesiones de trabajo cuyo objetivo fue realizar la ponderación de los criterios generales utilizados para analizar las iniciativas.

Para cumplir con este objetivo, se ha presentado a los asistentes una exposición de los criterios generales con lenguaje sencillo y apoyo gráfico, con el fin de aclarar los cinco conceptos generales que corresponden a los cinco criterios. Posteriormente, se ha solicitado a los presentes el llenado de la siguiente ficha:

Tabla 5-6 Ranking de iniciativas priorizadas

Priorización	Iniciativa	Tipo	Resultado Final
1	Transferencia para el Levantamiento de Tranques de Regulación Corta para Pequeños Agricultores de la Región de Antofagasta	Programa	6,57
2	Transferencia Tecnológica para la Validación de Sistemas de Abatimiento y Levantamiento de Demanda de Proyectos de Abatimiento de Contaminantes del Agua de Riego en la Región de Antofagasta	Programa	6,33
3	Transferencia Tecnológica en el Manejo de Obras Extraprediales y Técnicas de Riego en Alto El Loa	Programa	5,98
4	Diagnóstico de la Red de Conducción y Distribución de Sistemas de Riego en la Cuenca del Salar de Atacama	Estudio	5,85
5	Validación y Transferencia Tecnológica de Sistemas de Riego en las Comunidades Indígenas de Atacama La Grande	Programa	5,75
6	Prefactibilidad Mejoramiento del Sistema de Riego del Río San Pedro	Proyecto	5,58
7	Fortalecimiento Organizacional y Transferencia Tecnológica para la Gestión Eficiente de Recursos Hídricos en los Ayllu de San Pedro de Atacama	Programa	5,46
8	Análisis de Alternativas de Fuentes de Agua para Uso Exclusivo en Riego en Taltal y Antofagasta	Estudio	3,46

Fuente: Elaboración propia

5.6 Cronograma Ejecución de Iniciativas

El cronograma tentativo de ejecución de las iniciativas propuestas por el plan de riego ha sido realizado en base al resultado de la priorización. Se presenta a continuación:

Tabla 5-7 Cronograma de ejecución de iniciativas

Priorización	Iniciativa de Inversión	Tipo de Iniciativa	Plazo ejecución (meses)	Presupuesto Estimado	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
1	Transferencia para el Levantamiento de Tranques de Regulación Corta para Pequeños Agricultores de la Región de Antofagasta	Programa	18	\$ 217.581.000							
2	Transferencia Tecnológica para la Validación de Sistemas de Abatimiento y Levantamiento de Demanda de Proyectos Abatimiento de Contaminantes del Agua de Riego en la Región de Antofagasta	Programa	30	\$ 436.272.700							
3	Transferencia Tecnológica en el Manejo de Obras Extraprediales y Técnicas de Riego en Alto El Loa	Programa	22	\$ 227.200.000							
4	Diagnóstico de la Red de Conducción y Distribución de Sistemas de Riego en la Cuenca del Salar de Atacama	Estudio	7	\$ 98.110.000							
5	Validación y Transferencia Tecnológica de Sistemas de Riego en las Comunidades Indígenas de Atacama La Grande	Programa	24	\$ 220.400.000							
6	Prefactibilidad Mejoramiento del Sistema de Riego del Río San Pedro	Proyecto	24	\$ 313.000.000							
7	Fortalecimiento Organizacional y Transferencia Tecnológica para la Gestión Eficiente de Recursos Hídricos en los Ayllu de San Pedro de Atacama	Programa	22	\$ 227.970.000							
8	Análisis de Alternativas de Fuentes de Agua para Uso Exclusivo en Riego en Taltal y Antofagasta	Estudio	7	\$ 94.311.260							

Fuente: Elaboración propia.

5.7 Propuesta de Focalización de la Ley N° 18.450

Las iniciativas propuestas en la cartera del Plan de Riego están orientadas a generar la instancia de que se levanten catastros concretos de las necesidades urgentes de los agricultores, para ser posteriormente llevadas a la tipología de proyecto y ser presentados a los concursos de la Ley de Riego bajo una focalización o concurso especial.

En este sentido, las focalizaciones deben plantearse en concordancia con el calendario de ejecución de iniciativas, sobre todo considerando aquellos programas que incluyen la generación de un banco de proyectos a presentar a los concursos de la Ley 18.450, para los cuales se debiera abrir la focalización al tiempo en que se levanta la demanda. La propuesta de focalización de la Ley de Riego plantea generar para la región de Antofagasta, los siguientes concursos:

a) Concurso Especial “Zona Extrema”

Focalización de recursos en las comunas de Calama y San Pedro de Atacama cuyo objetivo es adjudicar bonificaciones a los proyectos presentados por pequeños productores agrícolas INDAP y no INDAP.

Permitirá la postulación de los siguientes tipos de obras:

- Obras de tecnificación de riego.
- Construcción y/o rehabilitación de obras civiles, de acumulación y obras de arte.

Los proyectos que postulen a este concurso podrán incluir sistemas de electrificación, sea con fuentes de energía convencional y/o con fuentes de energía renovables no convencionales (ERNC). En cualquier caso, la electrificación deberá ser suficiente para abastecer la totalidad de la energía necesaria para el funcionamiento del proyecto.

Se deberá generar un grupo especial para la Región de Antofagasta, divididos de acuerdo a lo siguiente:

- Subgrupo 1: Proyectos ubicados en comuna San Pedro de Atacama.
- Subgrupo 2: Proyectos ubicados en comuna de Calama.

b) Concurso Especial “Calidad de Aguas”

Esta orientación propuesta tiene como objetivo adjudicar las bonificaciones de la Ley de Riego a los proyectos presentados por pequeños productores agrícolas, pequeños empresarios agrícolas y empresarios medianos, que se encuentra ubicados en la comuna de Calama.

El concurso deberá permitir la postulación de proyectos de los siguientes tipos:

- Obras o equipos que, mediante procesos físicos, químicos y/o biológicos, permitan prevenir o mitigar la contaminación del agua de riego o mejorar la calidad de ésta definida por norma, tales como: equipos de abatimiento de la concentración de contaminantes, sedimentadores, abovedamiento o entubamiento de canales, tramas y/o rejjas; y

- Equipos o elementos que tengan la finalidad de remover la contaminación orgánica (microbiológica de origen humano o animal) de las aguas de riego y la aplicación de tecnología para reducir la concentración de elementos inorgánicos asociados equipos de riego tecnificado o como componentes de uno nuevo.

La focalización debería considerar la ejecución de proyectos de calidad de aguas organizados de acuerdo a los siguientes grupos:

- Subgrupo 1: Proyectos presentados por pequeños agrícolas INDAP y pequeños no INDAP.
- Subgrupo 2: Proyectos presentados por pequeños empresarios agrícolas y empresarios medianos.

c) Concurso Especial ERNC y Microhidros

Esta focalización tiene como objetivo adjudicar las bonificaciones de la Ley de Riego a los proyectos presentados en las comunas de San Pedro de Atacama y Calama, que contemplen el abastecimiento energético en base a energías renovables no convencionales del siguiente tipo:

- Obras de mejoramiento de obras civiles de conducción existentes y/o sus obras de arte asociadas, que calculen la superficie de postulación en función de la eliminación de las pérdidas por conducción, tales como revestimiento de canales, acueductos gravitacionales o a presión.
- Obras de tecnificación de riego con o sin obras civiles asociadas.
- Obras de acumulación, de regulación estacional o regulación corta.

El presupuesto a asignar para esta focalización debiera distribuirse de acuerdo a los siguientes grupos:

- Grupo 1: Proyectos de riego que contemplen abastecimiento energético ERNC para autoconsumo mediante microcentral hidroeléctrica.
- Grupo 2: Proyectos de riego de mejoramiento de obras civiles con obra multipropósito, que contemplen microcentral hidroeléctrica, presentados por organizaciones de pequeños usuarios INDAP y no INDAP y organizaciones de usuarios.
- Grupo 3: Proyectos de riego tecnificado que contemplen abastecimiento energético ERNC a través de generación solar, geotérmica, eólica o biogás, presentados por pequeños productores agrícolas INDAP y no INDAP, pequeños empresarios agrícolas y empresarios medianos.

5.8 Análisis de Obstáculos, Facilitadores y Desafíos

Durante la ejecución del diagnóstico del Plan de Gestión en la Región de Antofagasta se han detectado una serie de obstáculos, que han facilitado el desarrollo de medidas tendientes a

minimizarlos para una correcta ejecución de la cartera de iniciativas. Si bien cada zona puede contener particularidades, existen algunas características generales que son aplicables a toda la región y, por consiguiente, trabajar sobre estas dificultades para que no impliquen un problema en los resultados del Plan de Gestión.

En primer lugar, se ha identificado como un obstáculo que la coordinación de las actividades desarrolladas por las diferentes instituciones con competencias en riego en la región no está optimizada para llegar a los usuarios. Esta situación se pudo observar en reiteradas ocasiones donde las acciones programadas se solapaban entre sí, generando desconcierto en los usuarios y como consecuencia la ausencia a una u otra actividad.

Por otro lado, se ha detectado la falta de acciones comunitarias o interés por parte de los agricultores en el trabajo colectivo para la gestión eficiente del recurso hídrico, provocando así un desinterés en aquellas iniciativas regionales y solicitando prioridad a aquellas iniciativas individuales o que benefician a grupos acotados. El desarrollo del Plan de Gestión puede verse afectado, toda vez que las iniciativas propuestas benefician a un sector acotado de agricultores no logrando entregar beneficios a un mayor número de usuarios.

Dado las características de la región (su actividad económica no es principalmente la agricultura), no existe una focalización de recursos para grandes obras de infraestructura que mejoren la gestión del recurso hídrico y de esa manera enfocar las iniciativas de este plan a acciones concretas y no a levantamiento de información básica.

No se puede dejar de mencionar que uno de los obstáculos más importantes en la región es la condición adversa en relación al recurso hídrico, principalmente la falta de agua. Si bien el trabajo generado en la región por las diferentes instituciones, en particular por la CNR y la SEREMI de agricultura, se ha enfocado en apoyar la agricultura de la región, aún existe un esfuerzo permanente de los usuarios por preservar su desarrollo y mejorar su evolución.

Por otra parte, en relación a los facilitadores para la implementación del Plan de Gestión, ya se ha reconocido una gran presencia de CONADI e INDAP, instituciones que acompañan permanentemente a los comuneros, brindándoles apoyo en diferentes aspectos, no sólo relacionado con el riego, si no también asociado a las capacitaciones y mejoramiento de la gestión de los recursos hídricos, entre otras; por lo cual puede ser de gran ayuda en el momento de la creación de mesas de regantes (descrita en el punto anterior), ya que esta institución cuenta con un contacto directo con los usuarios.

De la misma forma existen otras instituciones que pueden facilitar la implementación del plan, principalmente por su presencia activa en las diferentes zonas, como es INDAP a través de Instrumento de Riego, los PDTI y PRODESAL.

En relación a los desafíos que presenta este plan en la región, radican principalmente en focalizar los trabajos propuestos y diseñados, a pequeños agricultores los que durante mucho tiempo no han podido optar a todos los beneficios de la Ley, ya sea por desconocimiento de los diferentes concursos (problemas de comunicación y difusión) o por la inexistencia de consultores y técnicos especialistas en sus comunidades.

5.9 Propuesta de Proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación

La condición climática de extrema aridez de la Región de Antofagasta, sumada a la falta de disponibilidad hídrica genera la necesidad de iniciativas que contribuyan por un lado a optimizar los recursos en las condiciones actuales y tendencial, y por otro lado a mantener y preservar la agricultura del desierto.

En este sentido, dentro de las iniciativas propuestas para ejecutar por otras instituciones se encuentran programas de desarrollo de Agricultura Desértica en Taltal, programas de desarrollo y preservación de la agricultura indígena en la región y la instalación de una oficina INIA en la región.

Estas iniciativas nacen de la constatación de la falta de iniciativas y programas integrales que propongan el estudio de nuevos cultivos, falta de apoyo técnico y entrega de ventajas competitivas a los agricultores y fundamentalmente porque entre la oferta de apoyo técnico de los profesionales de las instituciones locales, no se cubre las necesidades expresadas por los agricultores. Además de las iniciativas incluidas en la cartera, se ha levantado una serie de ideas que podrían ser presentados a concursos de fondos y ejecutados en la región. Son las siguientes:

- Programa de recuperación de suelos para el desarrollo agrícola.
- Generar y dirigir proyectos de estudios, innovación, transferencia tecnología y apoyo en emprendimiento de negocio.
- Investigación producción agrícola en zonas áridas y desérticas (calidad de suelo, agua, radiación, heladas).
- Ampliación de la superficie de riego con sistemas presurizados al aire libre e invernaderos.
- Investigación del comportamiento de cultivos con fertirriego dentro de los invernaderos.
- Generación de un programa de incentivos para la inclusión de agricultores jóvenes a los sistemas agrícolas actuales.

5.10 Propuesta de Intervención Territorial

La ejecución de la cartera de iniciativas planteada por el Plan de Riego implica la generación de una propuesta de intervención territorial que permita subsanar las necesidades identificadas por los distintos territorios y que se pretenden abordar con las iniciativas planteadas.

Uno de los objetivos principales de la cartera es mejorar las condiciones bajo las cuales se desarrolla la agricultura en la región, entendiendo que la tendencia de las actuales condiciones climáticas y la disponibilidad de los recursos hídricos no contribuyen a preservar la actividad. Se requiere que los agricultores de la región tengan un mejor acceso a los programas de beneficios que disponen las instituciones relacionadas con riego, mejorando también el impacto de la Ley de Riego a través de la implementación de proyectos de riego y de iniciativas de tecnificación, junto a la implementación de iniciativas de capacitación que acompañen al agricultor en la actividad que desarrolla.

En este sentido, para lograr que tengan mayor acceso a los concursos, se propone lo siguiente:

- Establecimiento de oficina CNR en la región.

A pesar de que la Región de Antofagasta es una de las que posee la menor superficie regada en el país, existe una alta demanda de recursos de la Ley de Riego debido a las condiciones extremas en las que se desarrolla la agricultura. En esta región no se cuenta con una oficina propia de CNR que atienda las demandas y consultas de los agricultores, la figura activa es el Coordinador de Riego que distribuye sus tareas entre la SEREMI de agricultura y el levantamiento de demandas de riego.

- Generación de nuevo cargo Profesional CNR de Apoyo al Coordinador PGR

Las responsabilidades del Coordinador de Riego en la región mantienen su agenda de trabajo permanentemente completa y sin espacios, lo que no le permite ejecutar el Plan de Seguimiento propuesto por el PGR. En base a esto, se propone la generación de un nuevo cargo profesional que refuerce la presencia de la CNR en la región, descongestione al Coordinador apoyando sus labores y realizando las actividades implicadas en el seguimiento y evaluación del PGR.

- Generación de una estrategia de comunicaciones

Una de las principales falencias detectadas por el estudio diagnóstico del Plan de Riego es la utilización de estrategias comunicacionales poco efectivas que ejecutan prácticamente todas las instituciones relacionadas con el riego en la región. La propuesta es el desarrollo de una estrategia comunicacional acorde al contexto territorial, a través de medios locales de comunicación y campañas informativas de terreno.

- Creación de Mesa Regional de Regantes

La descoordinación de las instituciones junto con la independencia de las zonas de riego y de las comunidades indígenas, dificultan la interacción conjunta en torno a la demanda de recursos de inversión que requiere la región. Se propone la conformación de una Mesa Regional de Regantes que involucre tanto a las comunidades indígenas como a las OUAs y asociaciones agrícolas de la región. La mesa regional deberá reunirse a lo menos una vez al mes, dando paso en estas reuniones a que las instituciones presenten y expliquen las iniciativas que desarrollan, y que mantengan actualizado el calendario de fondos concursables que cada institución administra.

La mesa deberá ser coordinada por el encargado CNR en la región, o en su defecto por el coordinador de riego. En ella deberán participar como mínimo la SEREMI de Agricultura, el INDAP, la CONADI, el SAG, la DGA y la DOH.

5.11 Propuesta de Plan de Seguimiento y Evaluación

La ejecución e implementación del Plan de Gestión de Riego debe estar supeditada a un control de seguimiento y evaluación de cumplimiento de los objetivos propuestos por el PGR, el cual debe estar centralizado en la región.

Dado que la figura del representante de la Comisión Nacional de Riego en la región tiene asignada una carga de actividades no compatibles con el seguimiento del Plan, se propone generar una nueva figura profesional cuya principal responsabilidad sea ejecutar el Plan de Seguimiento

propuesto y descongestionar el trabajo del Coordinador de Riego. De lo contrario, el seguimiento del PGR no podrá realizarse de acuerdo a lo propuesto.

El seguimiento debe realizarse tanto de la gestión y desarrollo propio del Plan, como de las acciones financieras que deban ejecutarse para el desarrollo de las iniciativas. La propuesta de seguimiento contiene actividades, productos y reuniones que se deberán evaluar a través de indicadores y el respaldo mediante medios de verificación, los cuales se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 5-8 Matriz de seguimiento y evaluación

Tipo de seguimiento	Actividades	Productos	Indicadores	Medio de verificación	Medidas control de riesgo
Gestión	Conformación de directorio y Mesa de coordinación, seguimiento y evaluación	1 reunión	Nº participantes	Estatutos de comité y mesa de seguimiento. Lista de asistencia y registro fotográfico. Creación de Mesa Técnica.	Verificación de participación interesados (Servicios Públicos, OUA y Comunidades Indígenas) por medios digitales.
	Verificación del cumplimiento de objetivos, metas y estrategias de cada iniciativa	3 reuniones anuales entre directorio y coordinador del Plan de Seguimiento	Nº participantes	Acta de acuerdos y registro fotográfico de reunión	Verificación de participación interesados (Servicios Públicos, OUA y Comunidades Indígenas) por medios digitales.
		3 reuniones anuales del directorio, mesa de coordinación y coordinador PGR	Nº de participantes	Acta de acuerdos y registro fotográfico	Verificación de convocatoria por medios digitales
	Actualización y revisión de las actividades del PGR	1 reunión anual de directorio	Nº de participantes	Acta de acuerdos y registro fotográfico	Verificación de convocatoria por medios digitales
	Visita a terreno para verificar establecimiento en el territorio y avance de iniciativas	2 visitas a terreno por iniciativa (coordinación oficina móvil)	Nº participantes	Lista de asistencia, registro fotográfico y resumen de avances y siguientes actividades	Verificación de convocatoria por medios digitales, telefónicos y presenciales
	Asamblea informativa de avances del PGR	1 asamblea anual informativa sobre avance y seguimiento de PGR	Nº participantes	Lista de asistencia, registro fotográfico	Gestión de alternativas existentes de medios de comunicación de avances de PGR
	Difusión de Actividades	2 visitas de Oficina Móvil por comuna por año	Nº Consultas recibidas	Registro de Actividades	Gestión de comunicación con encargados locales (PDTI, PRODER, otros)

Tipo de seguimiento	Actividades	Productos	Indicadores	Medio de verificación	Medidas control de riesgo
		3 notas de prensa por año	N° de notas de prensa	Páginas web o copia de periódico de prensa regional	
Financiero	Seguimiento de la gestión financiera de las iniciativas.	Solicitud de fondos según programación	Copia de solicitud de fondos	Certificado de disponibilidad presupuestaria	Continuación Plan de Seguimiento de proyectos CNR
		Giro de estado de pago según avance	Copia de solicitud de estado de pago y V°B°	Oficio de aprobación de solicitud	

Fuente: Elaboración propia.

Como se ha mencionado anteriormente, el principal responsable del Plan de Seguimiento es el Encargado CNR regional, o en su defecto el Coordinador Regional CNR. La responsabilidad primera será la conformación del Directorio y Mesa de Coordinación del PGR.

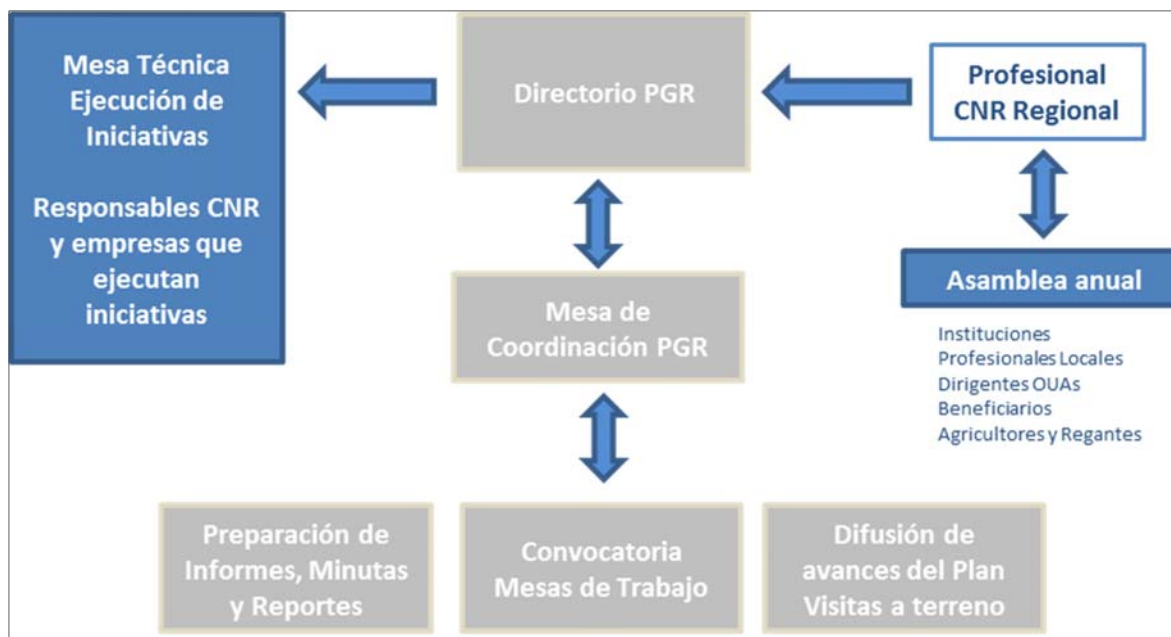
- a) Coordinador PGR, al que le corresponderán las siguientes funciones:
 - Convocar a las Mesas de Coordinación y Directorio del Plan, impulsando los procesos que se requieran en todos los niveles a fin de llevar a cabo su desarrollo cumpliendo los objetivos propuestos.
 - Mantener el control actualizado y en profundidad de la situación de las iniciativas del Plan de Riego.
 - Confeccionar reportes de evaluación y seguimiento del Plan.
 - Informar al directorio y difundir los avances del Plan.
 - Unificar calendarios de actividades de las instituciones de riego.
- b) Directorio, quien será responsable de:
 - Establecer las orientaciones estratégicas para la implantación del Modelo de Gestión del Plan.
 - Aprobar el modelo de Gestión del Plan.
 - Establecer las prioridades inmediatas y decidir las acciones correctoras que sean necesarias para la ejecución correcta del Plan. Para ello contará con informes periódicos de seguimiento y el Informe Anual de ejecución del Plan.

Este directorio será asesorado por la Comisión Nacional de Riego y estará compuesto por miembros de la Comisión Regional de Riego y/o profesionales designados por el Gobierno Regional de Antofagasta.

- c) Mesa de Coordinación, que corresponden a mesas de discusión de los aspectos técnicos del Plan de Gestión donde el Coordinador entregará reportes sobre los avances de su implementación y ejecución. La mesa de coordinación debe ser una instancia de validación de los instrumentos a aplicar por el PGR, estableciendo sistemas de control a implementar durante el desarrollo del Plan. Debe estar conformada por profesionales de los servicios que tienen relación directa con la gestión de los recursos en la región: CNR, INDAP, DGA, CONADI, entre otras. Además, deberá considerar la participación de las comunidades indígenas y regantes de la región.

La principal responsabilidad en el seguimiento y control del PGR recae en el Profesional CNR y en la CRR, por lo que las medidas de control y los mecanismos de monitoreo se deberán discutir durante estas instancias. El esquema que resume la propuesta de seguimiento y control se presenta a continuación:

Figura 5-2 Diagrama plan de seguimiento y evaluación



Fuente: Elaboración propia

5.12 Validación del Plan de Gestión

La validación del Plan de Gestión de Riego de la Región de Antofagasta ha sido realizada el día martes 20 de diciembre en la Comisión Regional de Riego. Durante esta actividad, se presentó la propuesta de plan de gestión incluyendo la cartera priorizada de iniciativas, el cronograma tentativo y el plan de seguimiento y evaluación. Además, se presentó un resumen de las actividades participativas que levantaron y validaron los antecedentes en base a los cuales se elaboró el Plan de Riego. El listado de participantes a la asamblea de validación del Plan de Gestión se adjunta en Anexo 33.

5.13 Actividad Pública de Cierre del Estudio y Presentación del Plan de Gestión de Riego

La actividad pública de cierre del estudio se ha realizado el pasado 20 de diciembre en la asamblea de la Comisión Regional de Riego. Para esta reunión, se convocó a los integrantes de la CRR, a los cuales se presentó la propuesta del Plan de Gestión, explicando detalladamente las iniciativas incluidas en la cartera.

La actividad de cierre contó con la participación de la Dirección de Obras Hidráulicas, el Servicio Agrícola y Ganadero, el Coordinador Regional de Riego y representantes de la CNR local. El listado de asistentes que respaldan el desarrollo de la actividad, se presentan en el Anexo 33.

6 CONCLUSIONES

La Región de Antofagasta se caracteriza por la falta de disponibilidad hídrica y porque los recursos disponibles contienen una alta salinidad. En los últimos años, el monitoreo de los recursos hídricos ha dado cuenta de una disminución progresiva del caudal disponible, influyendo directamente en la actividad agrícola. Además de la salinidad, en algunas zonas, el agua también presenta altas concentraciones de elementos contaminantes, producto de las actividades económicas que se desarrollan en la región.

Para enfrentar la escasez de recursos hídricos, los agricultores han desarrollado estrategias de acción como ejecutar turnos de riego de mayor duración y con menores tiempos de riego, lo que afecta negativamente a las posibilidades de crecimiento de la actividad. A pesar de que existe una demanda interna regional por los productos agrícolas, ésta no se satisface con la producción actual y debe ser satisfecha mediante el comercio con otras regiones.

La mala calidad del agua en la región se relaciona con contaminantes como el boro y el arsénico, pero principalmente con la salinización natural del agua. Las condiciones de escasez y salinidad presentan los principales desafíos para el fomento al riego, respecto de la necesidad de iniciativas concretas que tengan por objetivo mejorar la conducción y la calidad del agua.

Como complemento de lo anterior, debido al fenómeno climático del invierno altiplánico, a menudo se presentan crecidas y emergencias agrícolas en la época estival. Para afrontar esta situación, que se repite periódicamente, es necesario desarrollar infraestructuras de regulación de cuencas y planes de emergencia.

La agricultura en la región representa distintas realidades de acuerdo con la zona en que se desarrolla. Hacia el interior, se relaciona directamente con la existencia de las comunidades indígenas, principalmente atacameñas. Estas comunidades son heterogéneas en organización y recursos, donde se puede diferenciar a los Ayllu de San Pedro de Atacama, que realizan una exitosa actividad turística; los agricultores de Toconao, que desarrollan la actividad vitivinícola; y las comunidades de poblados del interior, que no han desarrollado el turismo ni cuentan con otras iniciativas y que por el contrario, han ido decreciendo en población debido a que los jóvenes han migrado hacia la minería, como es el caso de la localidad de Quillagua.

A pesar de estas diferencias en el desarrollo a nivel local, en toda la región los problemas de escasez y mala calidad del agua comprometen la actividad agrícola. Mientras que en San Pedro de Atacama el mayor problema es la disminución de los recursos hídricos, en Calama el problema es la mala calidad del agua.

En la zona costera, la agricultura se desarrolla en Antofagasta y Taltal, donde los agricultores están organizados a través de asociaciones productivas, no pertenecen a etnias y se relacionan con el Estado y con empresas privadas creando sinergias que han permitido un desarrollo progresivo de la agricultura. Sin embargo, el gran problema que enfrentan es la falta de recursos hídricos para el riego, para lo que han gestionado su abastecimiento a través de convenios para la obtención de agua potable con empresas de la región.

En ambas zonas se han desarrollado proyectos de energías no renovables y tecnificación del riego. No obstante su desarrollo, en estos sectores las aspiraciones de los agricultores están asociadas con plantas de tratamiento para desalar el agua de mar y el saneamiento de los terrenos donde realizan la actividad agrícola.

En la Región existen grandes diferencias respecto a la infraestructura de conducción, por ejemplo, en Calama, Chiu Chiu y Lasana está prácticamente todo revestido, mientras que en poblados como Camar, Socaire o Peine se ha realizado, históricamente, muy poca inversión en obras de arte. Además, falta infraestructura de captación, ya que no se capta la totalidad de las aguas necesarias para riego.

La Comisión Regional de Riego es la entidad que converge a todos los servicios públicos de fomento al riego, y es la instancia para generar acuerdos y establecer lineamientos para el trabajo conjunto de las instituciones en torno a las demandas de los agricultores. Los servicios con mayor presencia en la región son la DOH, CONADI e INDAP. Por su parte, la CNR no tiene una oficina regional, sólo un Coordinador. Sin embargo, la relación con los otros servicios ha permitido la realización de proyectos como el embalse en Camar. Además, la cooperación con otras instituciones ha aportado al desarrollo de proyectos de la Ley de Riego, como el aporte del Programa de Inversión en Riego de CORFO.

En la Región, el 90% de las obras desarrolladas y financiadas por INDAP corresponde a canales, a través del Programa de Riego Campesino. Por el tema cultural y ancestral de la zona del interior, todas las obras han sido de conducción de aguas desde vertientes desde el sector cordillerano, hacia los lugares donde se desarrollan los cultivos, principalmente a través de bocatomas con entubación y canalización. Por su parte, CONADI tiene un concurso de obras de riego para las comunidades e individuales indígenas, que ha financiado mayormente revestimiento de canales intraprediales. El apoyo a la agricultura de las comunidades agrícolas es básico para su subsistencia y permanencia en el tiempo, por lo que la institución ha establecido esta línea de apoyo como parte de su trabajo en la región.

La gestión institucional podría mejorar con una mejor calidad de información que permita una adecuada toma de decisiones. En este sentido, se requiere desarrollar los estudios de cuencas y cauces que permitan contextualizar mejor la región y de este modo contar con información actualizada para determinar la construcción de obras necesarias y ordenar el desarrollo agrícola en función de las necesidades, pero también de las posibilidades que tiene la región en términos geográficos e hidrológicos.

A nivel de gestión, otro problema en la región es la falta de consultores de riego. La demanda de la flexibilización de los requisitos de los concursos es regional. La necesidad de buscar vías para captar el interés de los consultores de riego interesados en el trabajo con pequeños agricultores, han sido levantadas como condiciones básicas para el desarrollo del riego. Los proyectos de riego no resultan económicamente atractivos para los consultores de otras regiones, debido a que los trámites, traslados y visitas los encarecen. Esto influye en la presentación de proyectos a la Ley de Fomento y ejerce una presión adicional al profesional CNR que trabaja en la región. Igualmente, un tema relevante es que en la región los usuarios generalmente no cumplen con los

requisitos exigidos por CNR para postular a proyectos, entre los que se encuentra el aporte económico.

Un importante desafío para la CNR es la flexibilización de los requisitos de postulación a la Ley Nº 18.450, para que ésta cumpla con su objetivo principal de fomento al riego.

Las particularidades de escasez y mala calidad de los recursos hídricos constituyen un escenario crítico en que, si la región no es intervenida, la agricultura tenderá a desaparecer. Por lo tanto, es imprescindible abordar la región con una estrategia que permita potenciar los sectores agrícolas, considerando que además esta actividad es una base fundamental para la existencia de las comunidades indígenas de la región.

Además, la agricultura es básica para el logro de la seguridad alimentaria regional, por lo que el fortalecimiento de la presencia de CNR en la región, se justifica plenamente en el contexto de este eje estratégico definido por el Ministerio de Agricultura. Actualmente, la región importa la mayor parte de sus alimentos, pero con los recursos necesarios este escenario se podría revertir, o al menos, se podrían disminuir las brechas entre lo que se consume y lo que se adquiere de otras regiones. Este desarrollo también crearía oportunidades económicas para los habitantes de la región, y para los jóvenes que actualmente no ven una oportunidad concreta en la agricultura, y que migran hacia otros sectores productivos.

La región además es limítrofe y con poca densidad de población en las zonas próximas al límite, por lo que la agricultura estratégicamente cobra relevancia para albergar la presencia de grupos humanos que permitan un ejercicio de soberanía nacional. Si bien este lineamiento no es parte de la competencia directa de la CNR, se puede concluir que es necesaria una mayor coordinación de las instituciones públicas, para enfrentar de manera global las distintas problemáticas y crear sinergias, aprovechando capacidades y fortalezas para cumplir objetivos estratégicos a nivel de política regional y nacional.

7 REFERENCIAS

1. AGROMET (2016). RED AGROCLIMATICA NACIONAL INIA – MINAGRI. DISPONIBLE EN <HTTP://AGROMET.INIA.CL/>
2. AVENDAÑO, S. 2009. ÁREAS DE DESARROLLO INDÍGENA EN EL NORTE DE CHILE. NEGOCIACIONES Y DISPUTAS EN TORNO A ESPACIOS TERRITORIALES. TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS SOCIALES MENCIÓN SOCIOLOGÍA DE LA MODERNIZACIÓN
3. ASICONSERVACHILE. [EN LÍNEA]. NUESTRA HISTORIA. <HTTP://ASICONSERVACHILE.CL/QUIENES-SOMOS/HISTORIA.HTML>
4. BANCO MUNDIAL, 2013. ESTUDIO DEL MEJORAMIENTO DEL MARCO INSTITUCIONAL PARA LA GESTIÓN DEL AGUA.
5. BARROS Y PEREIRA, 2013. ATACAMA PROJECT.
6. BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL [EN LÍNEA] INFORME PASIVOS AMBIENTALES. 2012.
7. BUSTOS, 2005. ANTECEDENTES DE UNA CRISIS AMBIENTAL: EL CASO DE QUILLAGUA, DESIERTO DE ATACAMA (II REGIÓN, CHILE).
8. SERNAGEOMIN, 2010. CATASTRO DE PASIVOS MINEROS 2010
9. CANTOR, G (2002) “LA TRIANGULACIÓN METODOLÓGICA EN CIENCIAS SOCIALES”. CINTA DE MOEBIO: REVISTA ELECTRÓNICA DE EPISTEMOLOGÍA DE CIENCIAS SOCIALES, N°. 13.
10. CEITSAZA, 2011. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA Y ECONOMICA DE HIDROPONIA EN EL SECTOR NORTE DE ANTOFAGASTA.
11. CENTRO DE CIENCIAS DEL CLIMA Y LA RESILIENCIA (CR)². EXPLORADOR CLIMÁTICO. DISPONIBLE EN <HTTP://EXPLORADOR.CR2.CL/>.
12. CEPAL, 2003. GUÍAS PRÁCTICAS PARA SITUACIONES ESPECÍFICAS: MANEJO DE RIESGOS Y PREPARACIÓN PARA RESPUESTAS A EMERGENCIAS MINERAS.
13. CEPAL, 2015. LA ECONOMÍA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE PARADOJAS Y DESAFÍOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE. NACIONES UNIDAS, SANTIAGO DE CHILE. FEBRERO 2015.
14. CEPAL, 2013. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA GESTIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES MINEROS EN BOLIVIA, CHILE, PERÚ Y ESTADOS UNIDOS.
15. CEDOC – CIREN, BIBLIOTECA DIGITAL.
16. CNR, 2016. GLOSA CONSOLIDADA LEY N°18.450 AÑOS 2003 – 2014.
17. CNR, 2015. COBERTURAS SHAPEFILE DE CANALES Y BOCATOMAS. RECIBIDO POR E-MAIL EL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2015.
18. CNR, 2014. DIAGNÓSTICO SITUACIÓN LEGAL DE DERECHOS DE AGUA CUENCA DEL LOA. REALIZADO POR YANASA MASI CONSULTORES LIMITADA.
19. CNR, 2014. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD MEJORAMIENTO SISTEMA DE RIEGO EN RÍO SAN PEDRO, SAN PEDRO DE ATACAMA, REGIÓN DE ANTOFAGASTA.
20. CNR, 2003. DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL RIEGO Y DRENAJE EN CHILE Y SU PROYECCIÓN. DIAGNÓSTICO DEL RIEGO Y DRENAJE EN LA II REGIÓN. REALIZADO POR AYALA, CABRERA Y

ASOCIADOS LTDA.

21. CNR, 2000. DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE FOMENTO A LA AGRICULTURA REGADA EN LA II REGIÓN.
22. COMISION REGIONAL DE RIEGO, 2015. ACTAS DE REUNIONES.
23. CONAF, 2015. ÁREAS PROTEGIDAS REGIÓN DE ANTOFAGASTA. DISPONIBLE EN [HTTP://WWW.CONAF.CL/CONAF-EN-REGIONES/ANTOFAGASTA/](http://www.conaf.cl/conaf-en-regiones/antofagasta/)
24. DGA, 2016 (A). ATLAS DEL AGUA EN CHILE.
25. DGA, 2016 (B). SERIES DE DATOS ESTACIONES METEOROLÓGICAS REGIÓN DE ANTOFAGASTA. CONSULTADA ENTREENERO Y ABRIL 2016.
26. DGA, 2015 (A). CONSULTA DE SOLICITUDES DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS. CONSULTADA EN OCTUBRE DE 2015.
27. DGA, 2015 (B). SERIES DE DATOS RED HIDROMETRICA REGION DE ANTOFAGASTA. CONSULTADA ENTRE OCTUBRE 2015 Y ABRIL 2016.
28. DGA, 2012. DIAGNÓSTICO PLAN ESTRATÉGICO PARA LA GESTIÓN DE LOS RR.HH.
29. DGA, 2010. ACTUALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS PARA CONSTITUIR DERECHOS DE APROVECHAMIENTO EN LAS SUBC
30. DGA, 2007. UENCAS AFLUENTES AL SALAR DE ATACAMA. II REGIÓN.
31. DGA, 2005. EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES EN LA CUENCA DEL RÍO LOA.
32. DGA, 2004. DIAGNÓSTICO Y CLASIFICACIÓN DE LOS CURSOS Y CUERPOS DE AGUA CUENCA RÍO LOA.
33. DGA, 2004. DIAGNÓSTICO Y CLASIFICACIÓN DE LOS CURSOS Y CUERPOS DE AGUA CUENCA SALAR DE ATACAMA.
34. DGA, 1996. ANÁLISIS USO ACTUAL Y FUTURO RECURSOS HÍDRICOS DE CHILE I, II, III Y IV REGIÓN.
35. DENZIN, N. K. (1970): SOCIOLOGICAL METHODS: A SOURCE BOOK. ALDINE PUBLISHING COMPANY. CHICAGO;
36. ECONAT, 2005. ANALISIS GENERAL DEL IMPACTO ECONOMICO DE NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD DE AGUAS DEL RÍO LOA EN EL SECTOR SILVOAGROPECUARIO
37. RODRÍGUEZ RUIZ ÓSCAR (2005) "LA TRIANGULACIÓN COMO ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS SOCIALES" REVISTA DE INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA.
[HTTP://WWW.MADRIMASD.ORG/REVISTA/REVISTA31/TRIBUNA/TRIBUNA2.ASP](http://www.madrimasd.org/revista/revista31/tribuna/tribuna2.asp)
38. COCHILCO, 2009. GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO Y LA MINERÍA EN CHILE, PROYECCIÓN CONSUMO DE AGUA EN LA MINERÍA DEL COBRE 2009-2020.
39. CONAMA. BIODIVERSIDAD DE CHILE. PATRIMONIO Y DESAFÍOS. SEGUNDA EDICIÓN ACTUALIZADA. 2008.
40. CONAMA. CONVENIO SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA. CUARTO INFORME NACIONAL DE BIODIVERSIDAD CHILE. 2009.
41. CONAMA. ESTRATEGIA REGIONAL DE BIODIVERSIDAD, REGIÓN DE ANTOFAGASTA. 2002.

42. DIAGNÓSTICO SITUACIÓN LEGAL DE DERECHOS DE AGUA CUENCA DEL LOA, YANASA MASI, 2014.
43. ECONAT, 2005. ANALISIS GENERAL DEL IMPACTO ECONOMICO DE NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD DE AGUAS DEL RÍO LOA EN EL SECTOR SILVOAGROPECUARIO.
44. EC-FAO, 2006 “STAKEHOLDERS ANALYSIS”, ANNEX I TO LESSON “UNDERSTANDING TE USERS’ INFORMATION NEEDS”, FOOD SECURITY INFORMATION FOR ACTION PROGRAMME, FAO-EU.
45. ENAMI, 2014. GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS EN SEGURIDAD MINERA PARA LA PEQUEÑA MINERÍA.
46. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA GESTIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES MINEROS EN BOLIVIA, CHILE, PERÚ Y ESTADOS UNIDOS. OP.CIT. 2008
47. ESTUDIO DEL MEJORAMIENTO DEL MARCO INSTITUCIONAL PARA LA GESTIÓN DEL AGUA, BANCO MUNDIAL. 2013.
48. INFORME AMBIENTAL EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL OASIS ANDINOS. REGIÓN DE ANTOFAGASTA.
49. INSTITUTO DE DESARROLL AGROPECUARIO INDAP, 2007. ESTRATEGIAS REGIONALES DE COMPETITIVIDAD POR RUBRO. HORTALIZAS VINCULADAS A LA RED DE TURISMO RURAL Y AL MERCADO INTERNO.
50. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS, 2014. ACTUALIZACIÓN DE PROYECCIONES DE POBLACIÓN 2002 – 2020.
51. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS, 2002. CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA.
52. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, INN, 1987. REQUISITOS DE CALIDAD DE AGUA PARA DIFERENTES USOS NCH 1333.
53. IPCC, 2013. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE 2015. CAMBIO CLIMÁTICO.
54. IPCC, 2013. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE 2015. CAMBIO CLIMÁTICO. [HTTPS://WWW.IPCC.CH/NEWS_AND_EVENTS/DOCS/AR5/AR5_WG1_HEADLINE S_ES.PDF](https://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/ar5/ar5_wg1_headline_s_es.pdf).
55. IPCC, 2007.
56. JORQUERA-JARAMILLO, CARMEN ET AL. CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN CHILE: NUEVOS DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN ECOSISTEMAS TERRESTRES Y MARINOS COSTEROS.
57. LUZIO. SUELOS DE CHILE. UNIVERSIDAD DE CHILE. 2010.
58. MÉTOIS, SOCQUET, VIGNY. 2012. INTERSEISMIC COUPLING, SEGMENTATION AND MECHANICAL BEHAVIOR OF THE CENTRAL CHILE SUBDUCTION ZONE. [EN LÍNEA] [HTTP://ONLINELIBRARY.WILEY.COM/DOI/10.1029/2011JB008736/FULL](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2011JB008736/full). CONSULTADO EL 19 DE NOVIEMBRE 2015.
59. MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PUBLICA, 2015. POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS

HÍDRICOS.

60. MINISTERIO DE AGRICULTURA [HTTP://ANTOFAGASTA.MINAGRI.GOB.CL/](http://ANTOFAGASTA.MINAGRI.GOB.CL/)
61. MINISTERIO DE BIENES NACIONALES [EN LÍNEA]. LISTADO DE BIENES [HTTP://WWW.BIENESNACIONALES.CL/?PAGE_ID=1918](http://WWW.BIENESNACIONALES.CL/?PAGE_ID=1918) CONSULTADO EL 05 DE NOVIEMBRE DE 2015.
62. MIRANDA, N; FARIÑA, C; AGÜERO, P; ALARCÓN, N. AND BÁRBARA FUENTES. "EFFECTS OF BREWERY WASTEWATER IRRIGATION ON ANTOFAGASTA SOILS". 19TH WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, SOIL SOLUTIONS FOR A CHANGING WORLD 1 – 6 AUGUST 2010, BRISBANE, AUSTRALIA. DESCARGADO DE: [HTTP://WWW.LDD.GO.TH/SWCST/REPORT/SOIL/.%5CSYMPIUM/.%5CPDF/1469.PDF](http://WWW.LDD.GO.TH/SWCST/REPORT/SOIL/.%5CSYMPIUM/.%5CPDF/1469.PDF)
63. MMA, LEY 19.300. [EN LÍNEA]. VERSIÓN ACTUALIZADA. [HTTP://WWW.SINIA.CL/1292/ARTICLES-51743_LEY19300_12_2011.PDF](http://WWW.SINIA.CL/1292/ARTICLES-51743_LEY19300_12_2011.PDF) CONSULTADO EL 04 DE NOVIEMBRE DE 2015.
64. MMA. [EN LÍNEA]. "LAS ÁREAS PROTEGIDAS DE CHILE". 2011. DISPONIBLE EN: [HTTP://WWW.MMA.GOB.CL/1304/ARTICLES-50613_PDF.PDF](http://WWW.MMA.GOB.CL/1304/ARTICLES-50613_PDF.PDF) CONSULTADO EL 03 DE NOVIEMBRE DE 2015.
65. MOP. [EN LÍNEA]. "OBSERVATORIO DE LA INFRAESTRUCTURA Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO. DISPONIBLE EN [HTTP://SIT.MOP.GOV.CL/OBSERVATORIO](http://SIT.MOP.GOV.CL/OBSERVATORIO). CONSULTADO EN JUNIO DE 2016.
66. MOP, 2007. MANUAL DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA.
67. NOTICIAS. [EN LÍNEA]. [HTTP://WWW.GOB.CL/2015/10/19/EN-HISTORICA-CEREMONIA-MINISTRO-DE-BIENES-NACIONALES-ENTREGO-MAS-DE-45-000-HECTAREAS-A-PUEBLOS-ORIGINARIOS/](http://WWW.GOB.CL/2015/10/19/EN-HISTORICA-CEREMONIA-MINISTRO-DE-BIENES-NACIONALES-ENTREGO-MAS-DE-45-000-HECTAREAS-A-PUEBLOS-ORIGINARIOS/) CONSULTADO EL 05 DE NOVIEMBRE DE 2015.
68. ODEPA, 2011. AGRICULTURA INDÍGENA CHILENA.
69. OCDE Y CEPAL. 2005. EVALUACIONES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL – CHILE. 246P.
70. OLMO, M. 2007. PLAN DE ACCIÓN: ESTRATEGIA DE NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO. SEM. INTERNACIONAL "EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS EFECTOS EN LA PRODUCCIÓN SILVOAGROPECUARIA EN ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS". LA SERENA, 2-3 DE OCTUBRE 2007.
71. ONEMI. [EN LÍNEA] [HTTP://WWW.ONEMI.CL/ALUVIONES/](http://WWW.ONEMI.CL/ALUVIONES/) CONSULTADO EL 19 DE NOVIEMBRE DE 2015.
72. ONU. [EN LÍNEA]. "CONVENIO SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA". ARTÍCULO 2: TÉRMINOS UTILIZADOS.
73. PLADECO OLLAGÜE, 2008.
74. PLAN DE EMERGENCIA REGIONAL. ONEMI. 2011.
75. PLAN NACIONAL EMERGENCIA. GOBIERNO DE CHILE. INSTRUMENTO INDICATIVO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL. DEº156 MARZO DE 2002.
76. PLAN REGIONAL DE GOBIERNO, 2014-2018, GOBIERNO REGIONAL DE ANTOFAGASTA.
77. PLANES REGIONALES DE INFRAESTRUCTURA Y GESTIÓN DEL RECURSO HIDRICO 2021

78. POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA, 2015.
79. PROYECCIONES POBLACIÓN INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. 2012.
80. QUINTANILLA, V. BIOGEOGRAFÍA DE CHILE. SANTIAGO DE CHILE: INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, COLECCIÓN GEOGRAFÍA DE CHILE, VOL. III, 1983.
81. RAMSAR [EN LÍNEA]. [HTTP://WWW.RAMSAR.ORG/ES/ACERCA-DE/LA-CONVENCION-C3%B3N-DE-RAMSAR-Y-SU-MISI-C3%B3N](http://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-convenci%C3%B3n-de-ramsar-y-su-misi%C3%B3n) CONSULTADO EL 05 DE NOVIEMBRE DE 2015
82. RIMAS, 2009. CONSULTORÍA PARA EL APOYO METODOLÓGICO Y DE SISTEMATIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA IDENTIDAD REGIONAL. DISPONIBLE EN [HTTP://WWW.SUBDERE.GOV.CL/1510/ARTICLES-79580_RECURSO_1.PDF](http://www.subdere.gov.cl/1510/articles-79580_recurso_1.pdf)
83. RODRÍGUEZ M., DANIEL. RESEÑA DE "SINOPSIS BIOCLIMÁTICA Y VEGETACIONAL DE CHILE" DE FEDERICO LUEBERT Y PATRICIO PLISCOFFREVISTA DE GEOGRAFÍA NORTE GRANDE [EN LINEA] 2008, (SEPTIEMBRE-SIN MES): [FECHA DE CONSULTA: 9 DE NOVIEMBRE DE 2015] DISPONIBLE EN:<[HTTP://WWW.REDALYC.ORG/ARTICULO.OA?ID=30011620008](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30011620008)>
84. RODRÍGUEZ T. Y GARRIDO, F.J. "PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVA PARA EL DESARROLLO LOCAL", METODOLOGÍAS Y PRESUPUESTOS PARTICIPATIVOS. CIMAS. MADRID.
85. SANTIBÁÑEZ, F. Y SANTIBÁÑEZ, P. 2007. CAMBIO CLIMÁTICO Y DEGRADACIÓN DE TIERRAS EN LATINOAMÉRICA Y CHILE. CENTRO DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE, UNIVERSIDAD DE CHILE. REVISTA AMBIENTE Y DESARROLLO, CIPMA. TERCER SEMESTRE 2007, VOL. XXIII N° 3. 2015.
86. SEPÚLVEDA, SERGIO; RODRÍGUEZ, ADRIÁN; ECHEVERRI, RAFAEL; Y PORTILLA, MELANIA. (2003). EL ENFOQUE TERRITORIAL DEL DESARROLLO RURAL. SAN JOSÉ, COSTA RICA: IICA.
87. SISTEMA DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO SOBRE BUENAS PRÁCTICAS EN EL DESARROLLO DE LOS TERRITORIOS – TERRITORIO CHILE. [WWW.TERRITORIOCHILE.CL](http://www.territoriochile.cl)
88. SISTEMA DE INFORMACIÓN NACIONAL DE CALIDAD DEL AIRE. [EN LÍNEA] [HTTP://SINCA.MMA.GOB.CL/](http://sinca.mma.gob.cl/). CONSULTADO EL 17 DE NOVIEMBRE 2015.
89. SUBDERE (2009). ESTUDIO “ARTICULACIÓN Y ACTORES PARA LA DESCENTRALIZACIÓN EN TRES REGIONES DE CHILE”, PROGRAMA CIUDADANÍA Y GESTIÓN PÚBLICA UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS POR ENCARGO DE LA SUBDERE. [WWW.INNOVACIONCIUDADANA.CL](http://www.innovacionciudadana.cl)
90. TAPPELLA, E. (2007). EL MAPEO DE ACTORES CLAVES, DOCUMENTO DE TRABAJO DEL PROYECTO EFECTOS DE LA BIODIVERSIDAD FUNCIONAL SOBRE PROCESOS ECOSISTÉMICOS, SERVICIOS ECOSISTÉMICOS
91. THE INTERNATIONAL PLATE BOUNDARY OBSERVATORY CHILE (IPOC) IN THE NORTHERN CHILE SEISMIC GAP. SCHURR, ASCH A, SODOUDI ET AL.
92. URBAN GOVERNANCE TOOLKIT, PROGRAMA HABITAT, ONU (2001). DISPONIBLE EN EL SITIO WEB: [HTTP://WWW.UNHABITAT.ORG/CDROM/GOVERNANCE/START.HTM](http://www.unhabitat.org/cdrom/governance/start.htm)
93. URBAN GOVERNANCE TOOLKIT, PROGRAMA HABITAT, ONU (2001). DISPONIBLE EN EL SITIO WEB: [HTTP://WWW.UNHABITAT.ORG/CDROM/GOVERNANCE/START.HTM](http://www.unhabitat.org/cdrom/governance/start.htm)
94. VARGAS, GABRIEL, ORTLIEB, LUC, & RUTLLANT, JOSÉ. ALUVIONES HISTÓRICOS EN

ANTOFAGASTA Y SU RELACIÓN CON EVENTOS EL NIÑO/ OSCILACIÓN DEL SUR. 2000. [EN LÍNEA [HTTP://WWW.SCIELO.CL/SCIELO.PHP?SCRIPT=SCI_ARTTEXT&PID=S0716-02082000000200002](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-02082000000200002) CONSULTADO EL 19 DE NOVIEMBRE 2015.

95. VILLAFAÑE, 1999. CALIFICACIÓN DE LOS SUELOS POR SALES Y DISPERSIÓN POR SODIO Y SU APLICACIÓN EN LA EVALUACIÓN DE TIERRAS.
96. VII CENSO AGROPECUARIO Y FORESTAL, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS, 2007.
97. ZAROR C. 2007. CAMBIO CLIMÁTICO Y CALENTAMIENTO GLOBAL. UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN, CHILE.