

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

**DIAGNÓSTICO DE FUENTES DE AGUA NO
CONVENCIONALES EN EL REGADÍO INTER-REGIONAL**

INFORME FINAL

TOMO II

REALIZADO POR

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

ENERO DE 2010

INDICE GENERAL

DIAGNÓSTICO DE FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES EN EL REGADÍO INTER- REGIONAL

Informe Final

TOMO I

		<u>Pág.</u>
Capítulo I	ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	1
	1 Introducción	1
	2 Política General dentro de la cual se enmarca el Estudio	1
	3 Objetivo General	2
	4 Objetivos Específicos	2
Capítulo II	IDENTIFICACION DE CUENCAS DEFICITARIAS	3
	1 Introducción	3
	2 Definición de las cuencas en estudio	3
	3 Demanda del recurso hídrico	10
	3.1 Definición de usos de agua	10
	3.1.1 Agropecuario y Forestal	10
	3.1.2 Agua Potable	10
	3.1.3 Industria	11
	3.1.4 Minera	11
	3.1.5 Receptor Contaminantes	11
	3.1.6 Caudal Ecológico	12
	3.1.7 Energía	12
	3.1.8 Acuícola	12
	3.1.9 Turismo	12
	3.2 Demandas de agua por subcuenca	12
	3.3 Otros antecedentes sobre el uso de agua	17

Continuación Índice General...

4	Oferta actual y futura del recurso hídrico	17
4.1	Oferta de agua en Chile	17
4.1.1	Antecedentes Generales	17
4.1.2	Estimación de oferta	22
4.2	Aguas subterráneas	25
4.2.1	Antecedentes sobre acuíferos	25
4.2.2	Recarga de aguas subterráneas	27
4.3	Efecto de nuevos proyectos de riego	28
4.4	Conclusiones	29
5	Determinación del déficit hídrico	30
5.1	Análisis de antecedentes	30
5.1.1	Áreas de prohibición o restricción	30
5.1.2	Zonas de escasez	32
5.2	Comparación de oferta y demanda	33
5.3	Análisis de sensibilidad	36
Capítulo III	ANÁLISIS DE CUENCAS DEFICITARIAS	40
1	Introducción	40
2	Evaluación de la demanda actual y futura del recurso hídrico	41
2.1	Actores Relevantes	41
2.2	Demanda asociada a exigencias ambientales	41
2.3	Demanda futura con una proyección a 10 años	43
3	Evaluación de la oferta actual y futura del recurso hídrico	45
3.1	Recursos de agua existentes para fuentes convencionales	45
3.1.1	Río LLuta	46

Continuación Índice General...

3.1.2	Río San José	51
3.1.3	Quebrada Vitor	55
3.1.4	Río Camarones	59
3.1.5	Quebrada de Camiña	61
3.1.6	Sector Chiu-Chiu	62
3.1.7	Sector San Pedro	68
3.1.8	Río Copiapó	70
3.1.9	Quebrada Totoral y cuencas costeras hasta Carrizal	76
3.1.10	Río Huasco	79
3.1.11	Río Elqui	83
3.1.12	Río Limarí	88
3.1.13	Río Petorca	92
3.1.14	Río Ligua	97
3.1.15	Río Aconcagua	101
3.1.16	Sector Casablanca	105
3.1.17	Río Maipo (Tercera Sección)	109
3.1.18	Estero Yali	114
3.1.19	Río Perquillauquén	116
3.2	Obtención de la oferta futura, proyección a 10 años	120
3.2.1	Efecto de nuevos proyectos de riego	120
3.2.2	Variabilidad climática	121
3.2.3	Glaciares	126
3.3	Conclusión general	131
Capítulo IV	IDENTIFICACION DE METODOLOGIAS PARA EL APROVECHAMIENTO DE FUENTES NO CONVENCIONALES A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL	133
1	Introducción	133
1.1	Metodologías de análisis	138
2	Trenes de Tratamiento	140
3	Fuentes no convencionales	141
3.1.	Aguas Claras de Relaves	142
3.1.1	Descripción de la fuente y procesos o mecanismos de aprovechamiento	142
3.1.2	Aspectos técnicos y económicos	143
3.1.3	Aspectos ambientales	144
3.1.4	Aspectos legales	145
3.1.5	Experiencia nacional e internacional	146

Continuación Índice General...

3.2	Aguas Servidas Tratadas y Aguas Residuales de la Agroindustria	148
3.2.1	Descripción de la fuente y procesos o mecanismos de aprovechamiento	148
3.2.2	Aspectos técnicos y económicos	150
3.2.3	Aspectos ambientales	151
3.2.4	Aspectos legales	152
3.2.5	Experiencia nacional e internacional	153
3.3	Desalinización de Agua	154
3.3.1	Descripción de la fuente y procesos o mecanismos de aprovechamiento	154
3.3.2	Aspectos técnicos y económicos	155
3.3.3	Aspectos ambientales	157
3.3.4	Aspectos legales	157
3.3.5	Experiencia nacional e internacional	157
3.4	Cosecha de Lluvia	159
3.4.1	Descripción de la fuente y procesos o mecanismos de aprovechamiento	159
3.4.2	Aspectos técnicos y económicos	161
3.4.3	Aspectos ambientales	163
3.4.4	Aspectos legales	163
3.4.5	Experiencia nacional e internacional	164
3.5	Estimulación en la producción de lluvias	165
3.5.1	Descripción de la fuente y procesos o mecanismos de aprovechamiento	165
3.5.2	Aspectos técnicos y económicos	165
3.5.3	Aspectos ambientales	167
3.5.4	Aspectos legales	168
3.5.5	Experiencia nacional e internacional	168
3.6	Atrapanieblas	169
3.6.1	Países donde se practica esta técnica	169
3.6.2	Condiciones atmosféricas que producen el fenómeno	171
3.6.3	Inversiones y rendimientos de producción de agua	172
3.7	Recarga artificial de acuíferos	173

Continuación Índice General...

3.7.1	Introducción	173
3.7.2	Objetivos de la recarga artificial de acuíferos	174
3.7.3	Consideraciones sobre la recarga artificial de acuíferos	174
3.7.4	Estrategias de recarga artificial de acuíferos	175
3.7.5	Ventajas y desventajas en la recarga artificial de acuíferos	179
3.7.6	Aspecto legal	181
3.7.7	Experiencia Nacional	181
3.7.8	Conclusiones	181
4	Conclusiones	182
5	Priorización de alternativas que más se adaptan a la realidad de nuestro país	184

TOMO II

Capítulo V	CATASTRO POR CUENCA DE LAS FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES	187
1	Introducción	187
2	Catastro de fuentes de agua no convencionales	187
3	Análisis de las fuentes de agua no convencionales catastradas	203
3.1	Análisis legal sobre la propiedad de los derechos de agua sobre fuentes no convencionales	203
3.1.1	Aguas Claras de Relaves	205
3.1.2	Aguas Servidas Tratadas y Aguas Residuales de la Agroindustria	205
3.1.3	Desalinización de agua	208
3.1.4	Cosecha de Lluvia	208
3.1.5	Estimulación en la Producción de Lluvia	210
3.1.6	Atrapanieblas	210
3.1.7	Recarga Artificial de Acuífero	210
3.2	Análisis sobre normativa de calidad de agua	212
3.3	Análisis Técnico a Eventuales Tratamientos Requeridos para cada Fuente que exceda la NCh 1.333	214

Continuación Índice General...

	3.4	Modelo de negocio para cada Fuente	215
	3.4.1	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	216
	3.4.2	Agroindustria	221
	3.4.3	Atrapaniebla	226
	4	Construcción de perfiles de proyectos de aprovechamiento de fuentes de agua no convencionales	227
	5	Priorización de los perfiles de proyectos de aprovechamiento de fuentes de agua no convencionales	245
Capítulo VI		PREDISEÑO DE PROYECTOS PRIORIZADOS DE APROVECHAMIENTO DE FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES	250
	1	Introducción	250
	2	Uso de aguas servidas tratadas de la empresa Agrícola Súper y recarga de acuífero (Cuenca Estero Yali)	251
	2.1	Descripción básica del proyecto	251
	2.2	Descripción de obras.	254
	2.3	Planos	254
	2.4	Análisis preliminar de expropiaciones y/o servidumbres	254
	2.5	Presupuestos	255
	2.6	Evaluación técnica del proyecto con otras FC.	256
	2.7	Evaluación económica	258
	2.8	Evaluación ambiental	260
	2.9	Evaluación legal	263
	2.10	Análisis del impacto agroproductivo, legal y económico.	270

Continuación Índice General...

3	Riego en invernaderos con agua captada por atrapanieblas (Comunidad Agrícola Peña Blanca)	272
3.1	Descripción Básica del Proyecto.	272
3.2	Descripción de obras	274
3.3	Planos.	275
3.4	Análisis preliminar de expropiaciones y/o servidumbres.	275
3.5	Presupuestos.	275
3.6	Evaluación técnica del proyecto con otras FC.	276
3.7	Evaluación económica.	276
3.8	Evaluación ambiental.	278
3.9	Evaluación legal.	281
3.10	Análisis del impacto agroproductivo, legal y económico.	284
4	Riego agrícola con aguas tratadas de PTAs ESVAL (Catemu Cuenca del Río Aconcagua)	285
4.1	Descripción básica del proyecto	285
4.2	Descripción de las obras	286
4.3	Planos	287
4.4	Análisis preliminar de expropiaciones y/o servidumbres	288
4.5	Presupuestos	289
4.6	Evaluación técnica del proyecto con otras FC	290
4.7	Evaluación económica	291
4.8	Evaluación ambiental	293
4.9	Evaluación legal	295
4.10	Análisis del impacto agroproductivo, legal y económico	301

Continuación Índice General...

5	Riego agrícola con aguas tratadas de PTAs Aguas Andinas (Melipilla)	303
5.1	Descripción Básica del Proyecto.	303
5.2	Descripción de las obras	305
5.3	Planos.	305
5.4	Análisis preliminar de expropiaciones y/o servidumbres	306
5.5	Presupuestos.	306
5.6	Evaluación técnica del proyecto con otras FC	307
5.7	Evaluación económica.	308
5.8	Evaluación ambiental.	309
5.9	Evaluación legal.	311
5.10	Análisis del impacto agroproductivo, legal y económico.	317
Capítulo VII	Discusión y Conclusiones Generales	319
	Bibliografía	326

INDICE DE FIGURAS

DIAGNÓSTICO DE FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES EN EL REGADÍO INTER- REGIONAL

Informe Final

<u>Figura</u>		<u>Pág.</u>
1	Clasificación de cuencas según BNA correspondiente a las Regiones de Arica-Parinacota y Tarapacá.	4
2	Clasificación de cuencas según BNA correspondiente a la Región de Antofagasta.	5
3	Clasificación de cuencas según BNA correspondiente a la Región de Atacama.	6
4	Clasificación de cuencas según BNA correspondiente a la Región de Coquimbo.	7
5	Clasificación de cuencas según BNA correspondiente a las Regiones de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins.	8
6	Clasificación de cuencas según BNA correspondiente a las Regiones del Maule y Biobío Norte.	9
7	Situación sinóptica típica del cono Sur de América (Fuente: Dirección Meteorológica de Chile).	18
8	Variación de la precipitación en Chile de acuerdo a la Latitud.	19
9	Variación de los caudales en Chile de acuerdo a la Latitud (Salazar, 2003).	20
10	Disponibilidad de agua por habitante (Fuente: Salazar, 2003).	21
11	Distribución de formaciones acuíferas en Chile (adaptado de Figueroa, 2004).	26
12	Disponibilidad y demanda de aguas subterráneas (Fuente: Salazar, 2003).	28

Continuación Índice Figuras...

13	Cuenca del Río Lluta	49
14	Caudales mensuales medidos en la estación fluviométrica Río Luta en Alcérreca (DGA, 2004)	50
15	Ocurrencia de aguas subterráneas en la cuenca del río Lluta	50
16	Cuenca del río San José	54
17	Ocurrencia de aguas subterráneas en la cuenca del río San José	54
18	Cuencas de las quebradas Vítor, Camarones y Camiña	58
19	Ocurrencia de aguas subterráneas en las cuencas de las quebradas de Vítor, Camarones y Camiña	58
20	Cuenca hidrográfica sector Chiu-Chiu	66
21	Curva de Variación Estacional Río Loa antes represa Lequeña (DGA, 2004)	66
22	Curva de Variación Estacional Río Salado en sifón de Ayquina (DGA, 2004)	67
23	Ocurrencia de aguas subterráneas en las cuencas de los sectores de Chiu-Chiu y San Pedro de Atacama	67
24	Cuenca hidrográfica sector San Pedro	70
25	Cuenca hidrográfica Río Copiapó	74
26	Curva de Variación Estacional en Río Copiapó en Pastillo (DGA, 2004)	75
27	Ocurrencia de aguas subterráneas en la cuenca del Río Copiapó	75
28	Cuencas hidrográficas Costeras entre las Quebradas del Totoral y Carrizal	78

Continuación Índice Figuras...

29	Ocurrencia de aguas subterráneas entre las Quebradas del Totoral y Carrizal	78
30	Cuenca hidrográfica del Río Huasco	82
31	Curva de Variación Estacional en Río Huasco en Algodones (DGA, 2004)	82
32	Ocurrencia de aguas subterráneas en la cuenca del río Huasco	83
33	Cuenca hidrográfica del río Elqui	86
34	Curva de Variación Estacional en Río Elqui en Algarrobal (DGA, 2004)	87
35	Ocurrencia de aguas subterráneas en la cuenca del río Elqui	87
36	Cuenca hidrográfica del Río Limarí	91
37	Curva de Variación Estacional en Río Limarí en Panamericana (DGA, 2004)	91
38	Ocurrencia de aguas subterráneas en la cuenca del Río Limarí	92
39	Cuencas hidrográficas de los ríos Petorca y Ligua	95
40	Curva de Variación Estacional en Río Petorca en Hierro Viejo (DGA, 2004)	96
41	Ocurrencia de aguas subterráneas en las cuencas de los ríos Petorca y Ligua	96
42	Curva de Variación Estacional en Río Alicahue en Colliguay (DGA, 2004)	100
43	Curva de Variación Estacional en Río La Ligua en Quinquimo (DGA, 2004)	100
44	Cuenca hidrográfica del Río Aconcagua	104

Continuación Índice Figuras...

45	Curva de Variación Estacional en Río Aconcagua en Chacabuquito (DGA, 2004)	104
46	Ocurrencia de aguas subterráneas en la cuenca del Río Aconcagua	105
47	Cuenca hidrográfica del estero Casablanca	108
48	Ocurrencia de aguas subterráneas en la cuenca del estero Casablanca	108
49	Cuencas hidrográficas del Río Maipo y Estero Yali	112
50	Curva de Variación Estacional en Río Maipo en el Manzano (DGA, 2004)	112
51	Curva de Variación Estacional en Río Maipo en Cabimbao (DGA, 2004)	113
52	Ocurrencia de aguas subterráneas en las cuencas del Río Maipo y estero Yali	113
53	Cuenca hidrográfica del Río Perquillauquén	118
54	Curva de Variación Estacional en Río Perquillauquén en Ñiquén (DGA, 2004)	119
55	Ocurrencia de aguas subterráneas en la cuenca del Río Perquillauquén	119
56	Ubicaciones de estaciones de referencia y cobertura de glaciares	129
57	Ubicaciones de estaciones de referencia y cobertura de glaciares	129
58	Ubicaciones de estaciones de referencia y cobertura de glaciares	130
59	Utilización de agua en la minería (Fuente: COCHILCO, 2008)	143
60	Vista aérea PTAs “El Trebal”. (Fuente: Aguas Andinas)	150
61	Esquema de planta desaladora de Ashkelon, Israel	155

Continuación Índice Figuras...

62	Esquema de métodos para estimulación de lluvias	167
63	Esquema conceptual de Torre de Niebla	171
64	Esquema de un sistema RAA usando serpenteo y represas	176
65	Vista aérea de un sistema RAA usando serpenteo y represas	176
66	Esquema de posibles modificaciones del cauce de un río para inducir la RAA	177
67	Canales realizados en un suelo arenosos para inducir RAA	178
68	Esquema de la RAA usando pozos de inyección	179
69	Cuenca del Río San José y FNC catastrada	189
70	Cuencas de Quebrada Vitor, Río Camarones y Quebrada de Camiña	190
71	Pozo Almonte y FNC identificada	191
72	Cuenca sector de Chiu-Chiu	192
73	Cuenca sector de San Pedro de Atacama y FNC catastrada	193
74	Cuenca Río Copiapó y FNC catastradas	194
75	Cuenca Quebrada Totoral y cuencas costeras hasta Carrizal	195
76	Cuenca Río Huasco y FNC catastrada	196
77	Cuenca Río Elqui y FNC catastradas	197
78	Cuenca Río Limarí y FNC catastradas	198

Continuación Índice Figuras...

79	Cuenca Río Petorca , Río Ligua y FNC catastrada	199
80	Cuenca Río Aconcagua y FNC catastradas	200
81	Cuenca sector Casablanca y FNC catastradas	201
82	Sector Maipo Bajo, Estero Yali y FNC catastradas	202
83	Fundo Rinconada de Longovilo	251
84	Curvas de producción estimadas para nogales y almendros en el Fundo Rinconada de Longovilo.	259
85	Ubicación de los invernaderos y atrapanieblas en Peña Blanca.	272
86	Esquema de componentes del proyecto.	274
87	Ubicación predio Agrícola San Antonio coordenadas 314.104 m E y 6.371.894 m S y Planta de Tratamiento de Aguas (PTAS).	285
88	Esquema de las obras contempladas en el proyecto.	287
89	Ubicación del predio en estudio y Planta de Tratamiento de Aguas (PTAS)	303
90	Esquema general de disposición de obras del proyecto.	305

INDICE DE CUADROS

DIAGNÓSTICO DE FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES EN EL REGADÍO INTER- REGIONAL

Informe Final

<u>Cuadro</u>		<u>Pág.</u>
1	Demanda consuntiva de agua al año 2006, según tipo de uso (DGA, 2007a y DGA, 2007b).	13
2	Demanda no consuntiva de agua al año 2006, según tipo de uso (DGA, 2007a y DGA, 2007b).	14
3	Demanda consuntiva de agua al año 2018, según tipo de uso (DGA, 2007a y DGA, 2007b).	15
4	Demanda no consuntiva de agua al año 2018, según tipo de uso (DGA, 2007a y DGA, 2007b).	16
5	Caudales medios y caudales medios en desembocadura para diferentes ríos de Chile (Fuente: Salazar, 2003).	21
6	Caudales medios mensuales con una excedencia del 50% del Río Lluta (Fuente: DGA, 2003).	22
7	Coefficiente de distribución de descarga para los caudales medios mensuales con una excedencia del 50% del Río Lluta.	23
8	Valores de caudal medio para los tres meses de máxima demanda con una probabilidad de excedencia de 50 y 85%.	24
9	Áreas declaradas con prohibición.	30
10	Áreas declaradas con restricción.	31
11	Cuencas declaradas como zonas de escasez durante la temporada 2007-2008.	32

Continuación Índice Cuadros...

12	Resumen de caudales de demanda consuntiva, oferta para un 85% de excedencia y de caudales deficitarios por cuenca, para situación actual y un horizonte de 10 años (2018).	34
13	Cuencas en orden de prioridad en función de los valores de caudal de déficit hídrico por cuenca para el escenario más crítico, para oferta con un 85% de excedencia y una demanda para un horizonte de 10 años.	35
14	Caudales deficitarios para situación actual, bajo el análisis de demanda con un 10 y 20% de incremento, con los caudales de un 50 y 85% de excedencia.	36
15	Caudales deficitarios para situación proyectada a 10 años, bajo el análisis de demanda con un 10 y 20% de incremento, con los caudales de un 50 y 85% de excedencia.	37
16	Cuencas o sectores deficitarios seleccionados	40
17	Caudales ecológicos para los sectores en estudio	43
18	Demanda consuntiva de agua al año 2018, según tipo de uso para sectores en estudio (adaptado de DGA, 2007a y DGA, 2007b)	44
19	Demanda no consuntiva de agua al año 2018, según tipo de uso para sectores en estudio (adaptado de DGA, 2007a y DGA, 2007b)	45
20	Estaciones seleccionadas para cada sector	124
21	Tendencia observada del caudal medio anual, según los registros fluviométricos.	125
22	Tendencia observada del caudal medio anual, para el período de riego, según los registros fluviométricos	128
23	Pasos metodológicos para la selección de tecnología (adaptado de Landcom's WSUD Strategy (2003) y Handbook on Feasibility Studies for Water Reuse Systems (2008))	139

Continuación Índice Cuadros...

24	Mecanismos de tratamiento y características para ARI y ARM	149
25	Experiencias reportadas en la reutilización de agua tratada	153
26	Experiencias Internacionales en desalinización	158
27	Resumen de los resultados de potencial de caudal posible de obtener en áreas afectadas por fenómeno de niebla	172
28	Ventajas y desventajas de las estrategias de recarga artificial de acuíferos	180
29	Resumen de Fuentes catastradas	188
30	Resumen de trenes de tratamiento y dilución requerida para Fuentes que excedan la norma de riego	214
31	Fuentes seleccionadas para la confección de perfiles de proyecto	227
32	Resultados de priorización de perfiles de proyecto	249
33	Presupuestos considerados en el sistema de impulsión de aguas tratadas	255
34	Presupuestos considerados en el sistema de recarga artificial	255
35	Disponibilidad de aguas subterráneas de los sectores acuíferos del estero Yali, hasta sector El Prado	257
36	Valores de cierre para el acuífero del estero Yali	257
37	Matriz de Leopold para proyecto Yali	262
38	Presupuesto considerado para el total del proyecto	275
39	Análisis de sensibilidad para el proyecto de Comunidad Agrícola Peña Blanca.	278
40	Matriz de Leopold para proyecto Peña Blanca	279
41	Presupuesto general del proyecto	289

Continuación Índice Cuadros...

42	Producción e ingresos por año para duraznero	291
43	Matriz de Leopold para proyecto Catemu PTAs	294
44	Presupuesto general del proyecto.	306
45	Matriz de Leopold para proyecto PTAs Melipilla	310

CAPITULO V: CATASTRO POR CUENCA DE LAS FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES

1 Introducción

Para la identificación de Fuentes de agua no convencionales en los sectores de estudio, se utilizó como fuente de información la Superintendencia de Servicios Sanitarios, principalmente para las descargas de las PTAS y Agroindustrias, contacto directo con los titulares de los proyectos, Comisión Nacional de Medio Ambiente (Nacional y Regional), Declaraciones de Impacto Ambiental o Estudios de Impacto Ambiental presentados por las empresas al SEIA, estudios, publicaciones y prensa. De la búsqueda realizada se identificaron 67 fuentes potenciales (Anexo 21).

2 Catastro de fuentes de agua no convencionales

La poca disposición de las empresas a entregar antecedentes técnicos y legales, información incompleta en las Declaraciones o Estudios de Impacto Ambiental, como también la reducida capacidad de personal y sistema computacional de la SISS para suministrar la información solicitada, fueron los principales problemas enfrentados por el Consultor para poder disponer de toda la información necesaria para la caracterización de las Fuentes identificadas en cada sector de estudio. Es por ello que solo fue posible realizar el catastro de 34 FNC, las cuales se presentan en el Cuadro 29 y en las Figuras de la 69 a 82. Mayor detalles de estas Fuentes se presentan en el Anexo 22.

Cuadro 29. Resumen de Fuentes catastradas.

Región	Cuenca	N° ID de Fuente	Tipo de Fuente	Nombre de la Fuente	Caudal (L s ⁻¹)	Fig. Ref.
XV	Río San José	1	PTAs	Aguas del Altiplano	290	69
I	Pozo Almonte	2	PTAs	Aguas del Altiplano	15	71
II	San Pedro de Atacama	3	PTAs	Comité agua potable rural San Pedro de Atacama	6-15,7	73
III	Río Copiapó	4	PTAs	Aguas Chañar	19,28	74
III	Río Copiapó	5	PTAs	I. Municipalidad de Tierra Amarilla	4,19	74
III	Río Huasco	6	PTAs	Aguas Chañar	208,94	76
IV	Río Elqui	7	PTAs	Aguas del Valle	1,06	77
IV	Río Elqui	8	PTAs	Aguas del Valle	4,08	77
IV	Río Elqui	9	PTAs	Aguas del Valle	19,17	77
IV	Río Limarí	10	PTAs	Aguas del Valle	9,05	78
IV	Río Limarí	11	PTAs	Aguas del Valle	6,54	78
IV	Río Limarí	12	PTAs	Aguas del Valle	150,14	78
IV	Río Limarí	13	Agroindustria	Compañía Pisquera de Chile S.A.	0,7	78
IV	Río Limarí	14	Agroindustria	Compañía Pisquera de Chile S.A.	0,33	78
IV	Río Limarí	15	PTAs	Aguas del Valle	1,92	78
IV	Río Limarí	34	Atrapaniebla	-	0,03	78
V	Río Petroca	16	PTAs	Esva	3,17	79
V	Río Petroca	17	PTAs	Esva	6,00	79
V	Río Ligua	18	PTAs	Esva	17,84	79
V	Río Ligua	19	PTAs	Esva	30,19	79
V	Río Aconcagua	20	PTAs	Esva	38,23	80
V	Río Aconcagua	21	PTAs	Esva	45,87	80
V	Río Aconcagua	22	PTAs	Esva	138,58	80
V	Río Aconcagua	23	PTAs	Esva	464,65	80
V	Río Aconcagua	24	PTAs	Esva	7,46	80
V	Río Aconcagua	25	PTAs	Esva	200,48	80
V	Río Aconcagua	26	Industrias manufactureras	Corn Products Chile	9,38	80
V	Río Aconcagua	27	Industrias manufactureras	Empresa Conservera Pentzke S.A.	104,16	80
V	Río Aconcagua	28	Industrias manufactureras	Sopraval S.A.	1,40	80
V	Sector Casablanca	29	PTAs	Esva	31,87	81
V	Sector Casablanca	30	Industrias manufactureras	Corpora Tres Montes	1,5	81
RM	Sector Maipo Bajo	31	PTAs	Aguas Andinas	118,29	82
RM	Sector Maipo Bajo	32	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Agrícola AASA S.A.	0,45	82
RM	Sector Maipo Bajo	33	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Agrícola Super Ltda.	30,00	82

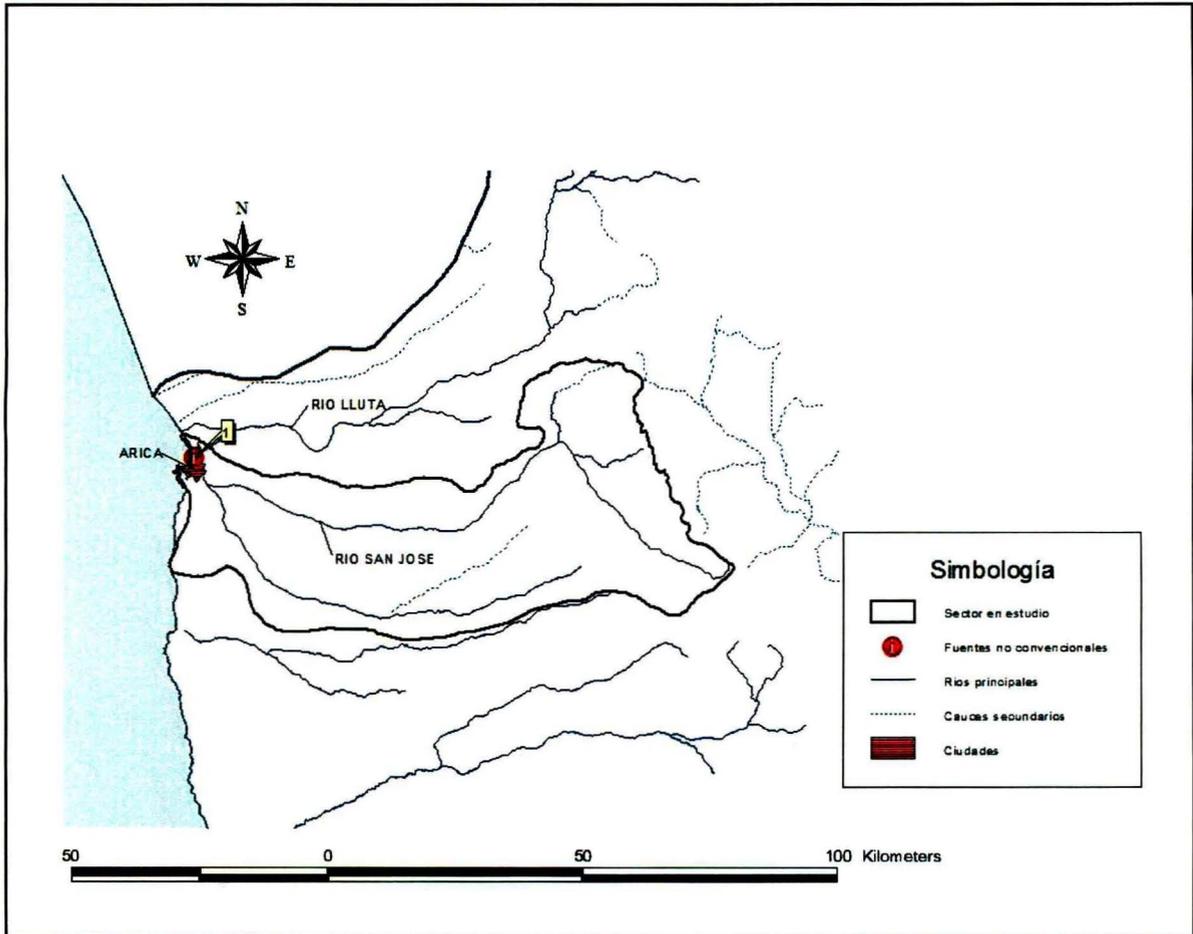


Figura 69. Cuenca del Río San José y FNC catastrada.

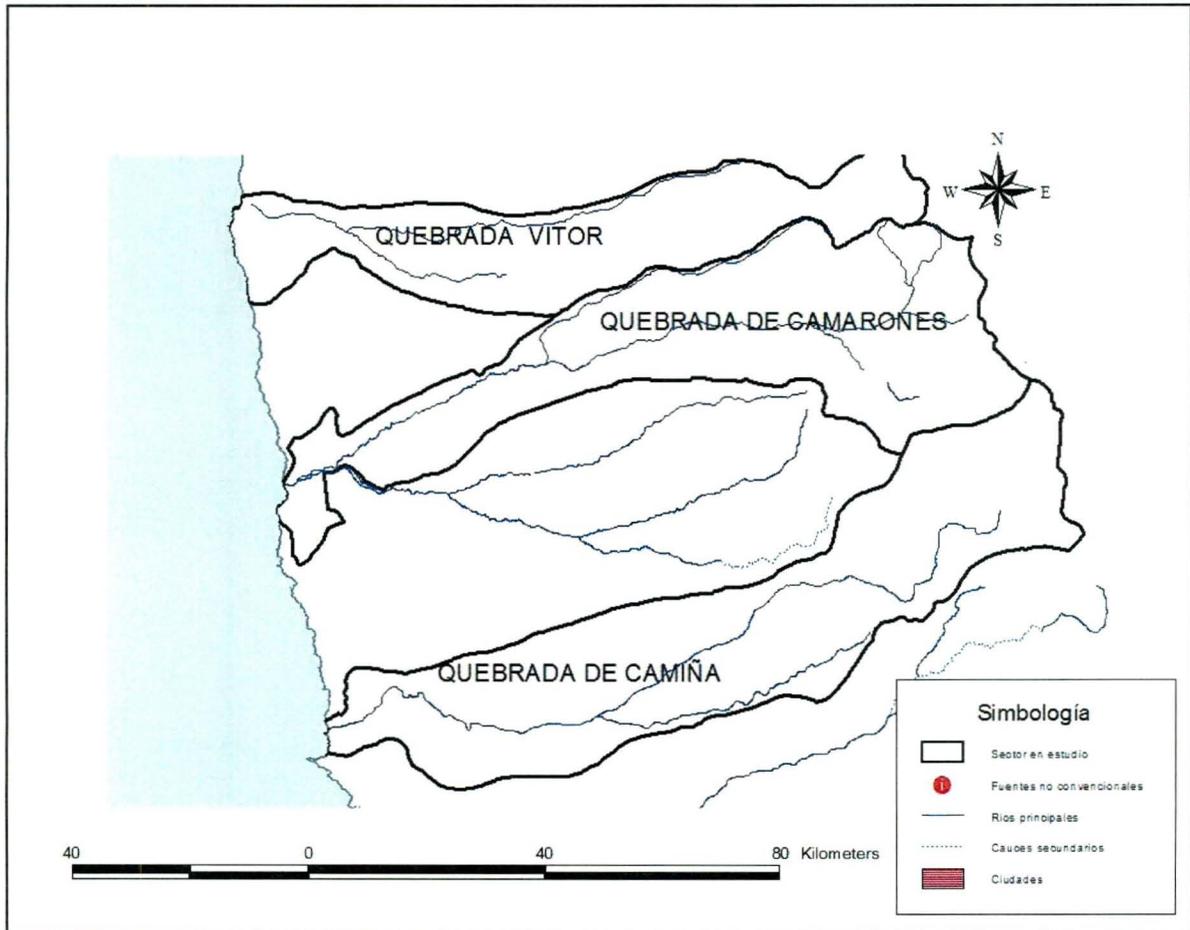


Figura 70. Cuencas de Quebrada Vitor, Río Camarones y Quebrada de Camiña.

Nota: En estos sectores no se identificaron fuentes no convencionales.

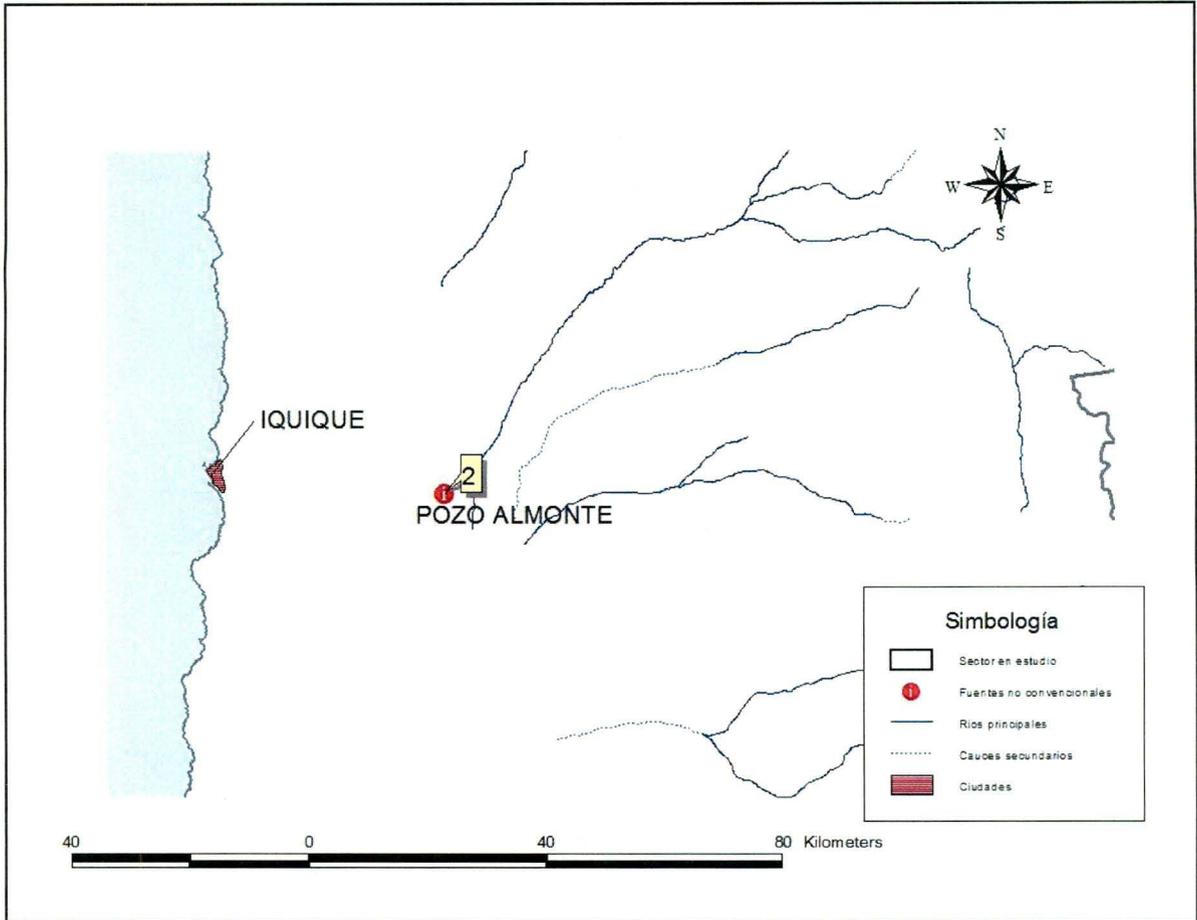


Figura 71. Pozo Almonte y FNC identificada.

Nota: Este sector no estaba considerado en el estudio, pero el consultor considera prudente incluirlo entre las fuentes potenciales de uso para riego agrícola.

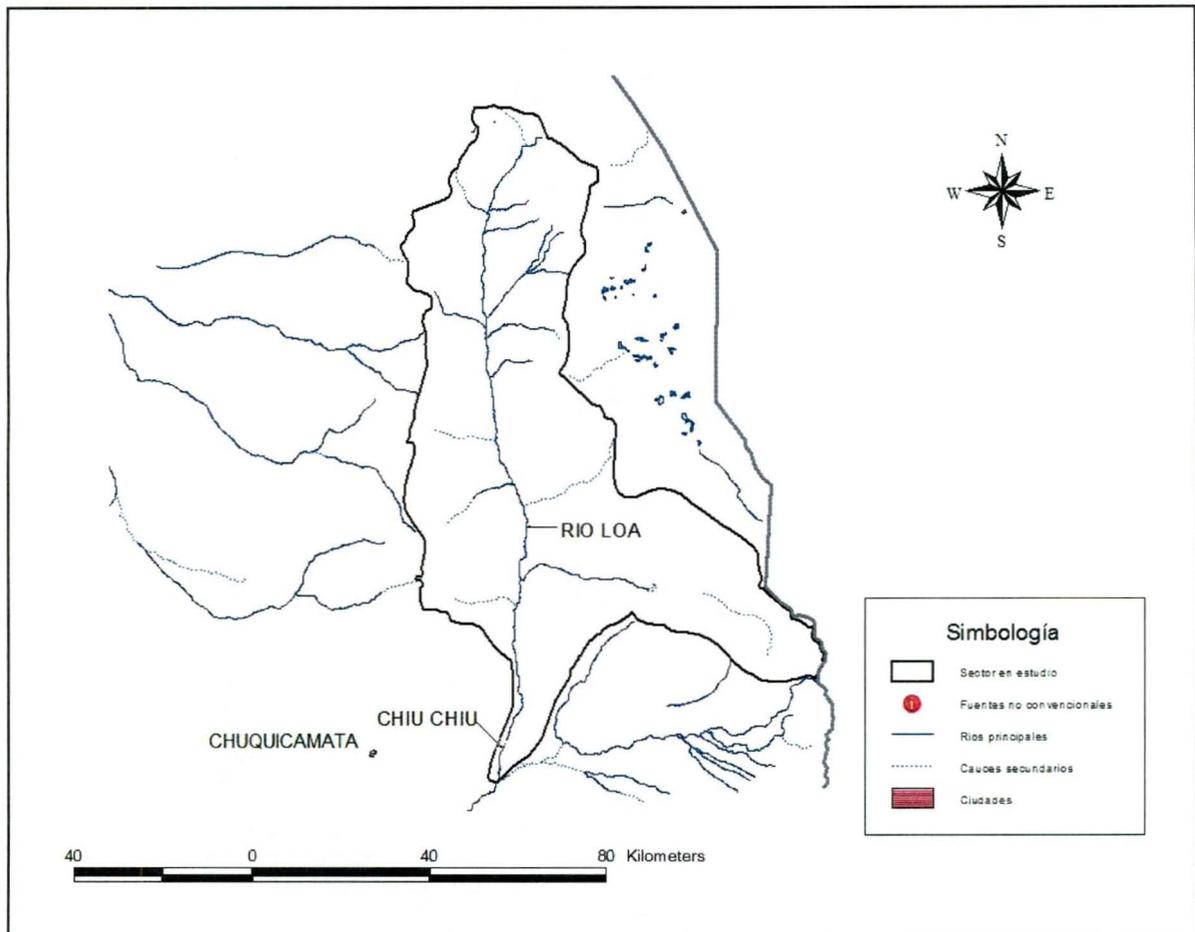


Figura 72. Cuenca sector de Chiu Chiu.

Nota: En este sector no se identificaron fuentes no convencionales.

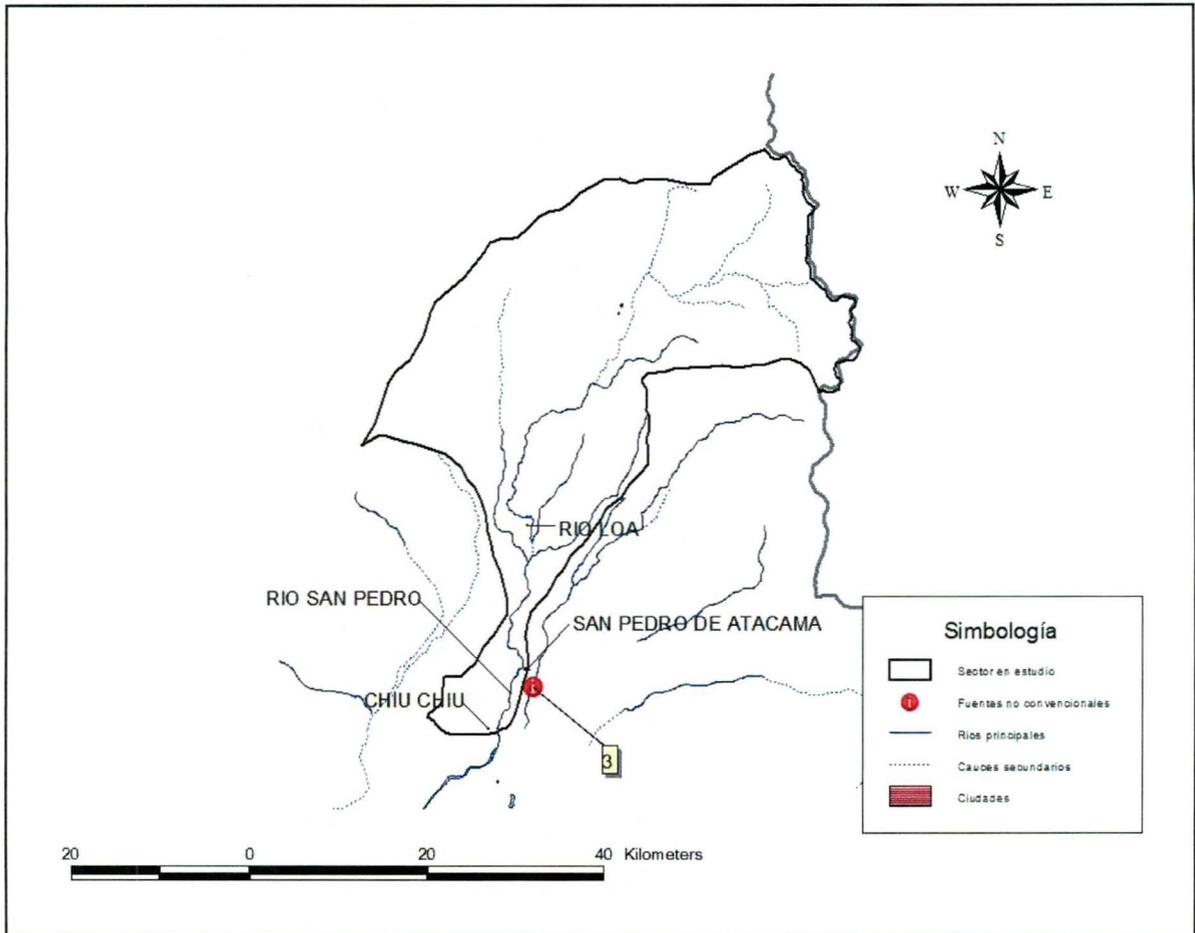


Figura 73. Cuenca sector de San Pedro de Atacama y FNC catastrada.

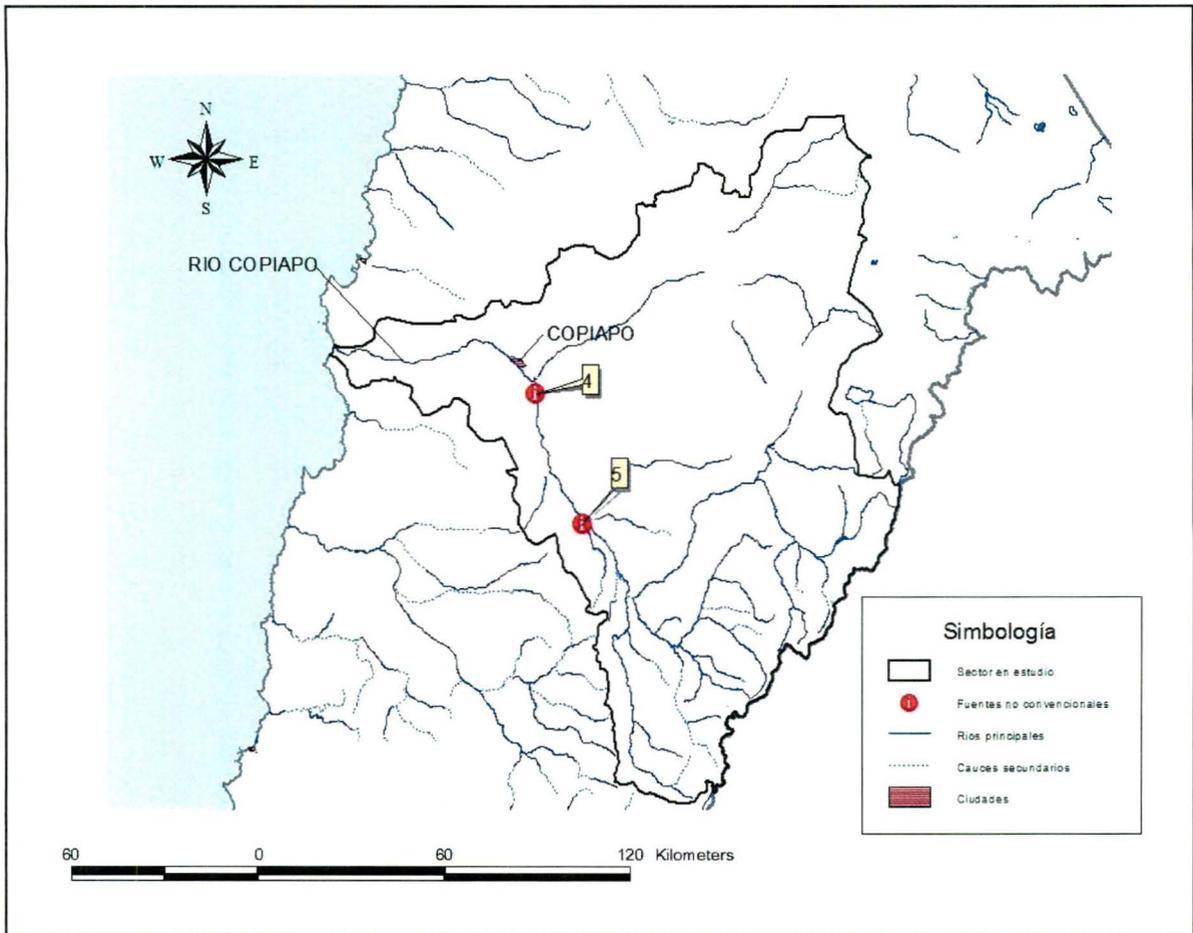


Figura 74. Cuenca Río Copiapó y FNC catastradas.

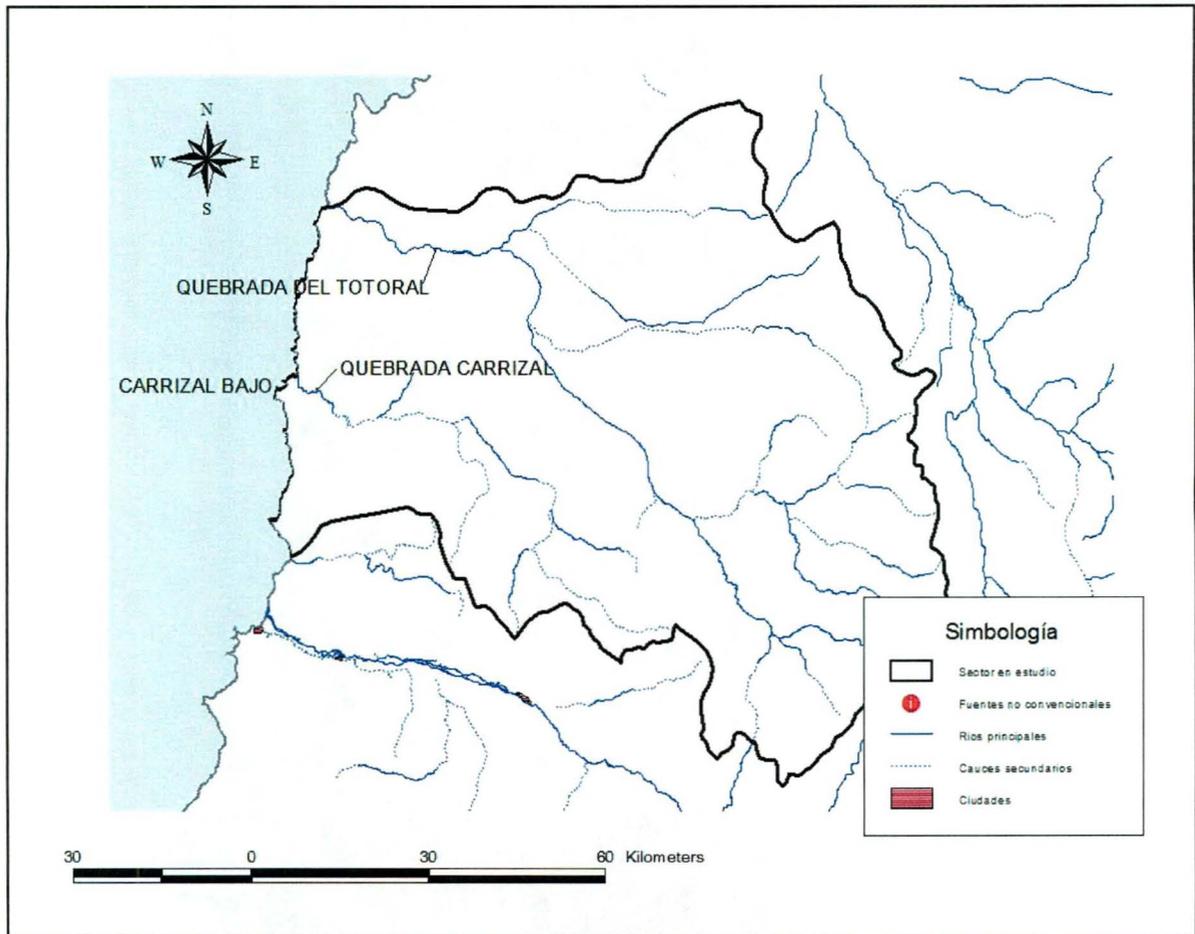


Figura 75. Cuenca Quebrada Totoral y cuencas costeras hasta Carrizal.

Nota: En este sector no se identificaron fuentes no convencionales.

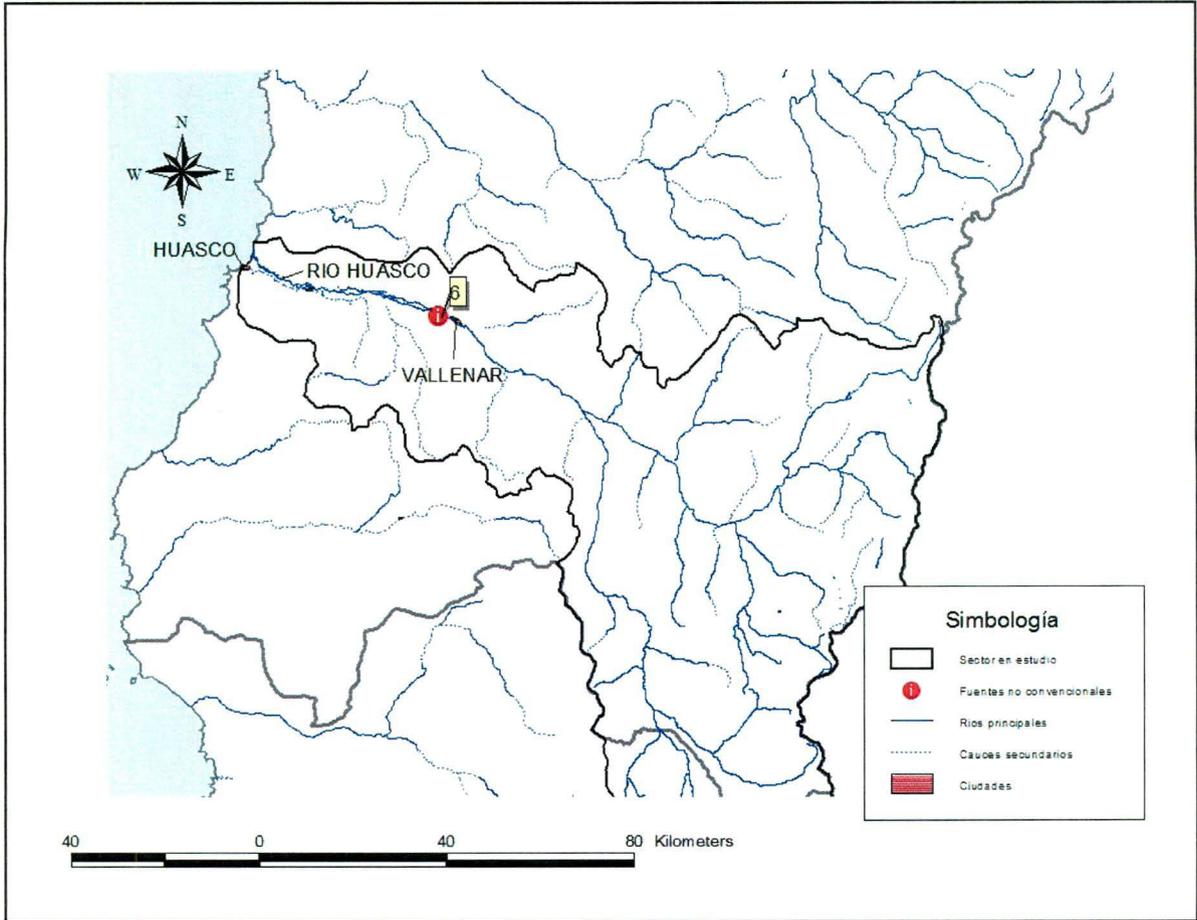


Figura 76. Cuenca Río Huasco y FNC catastrada.

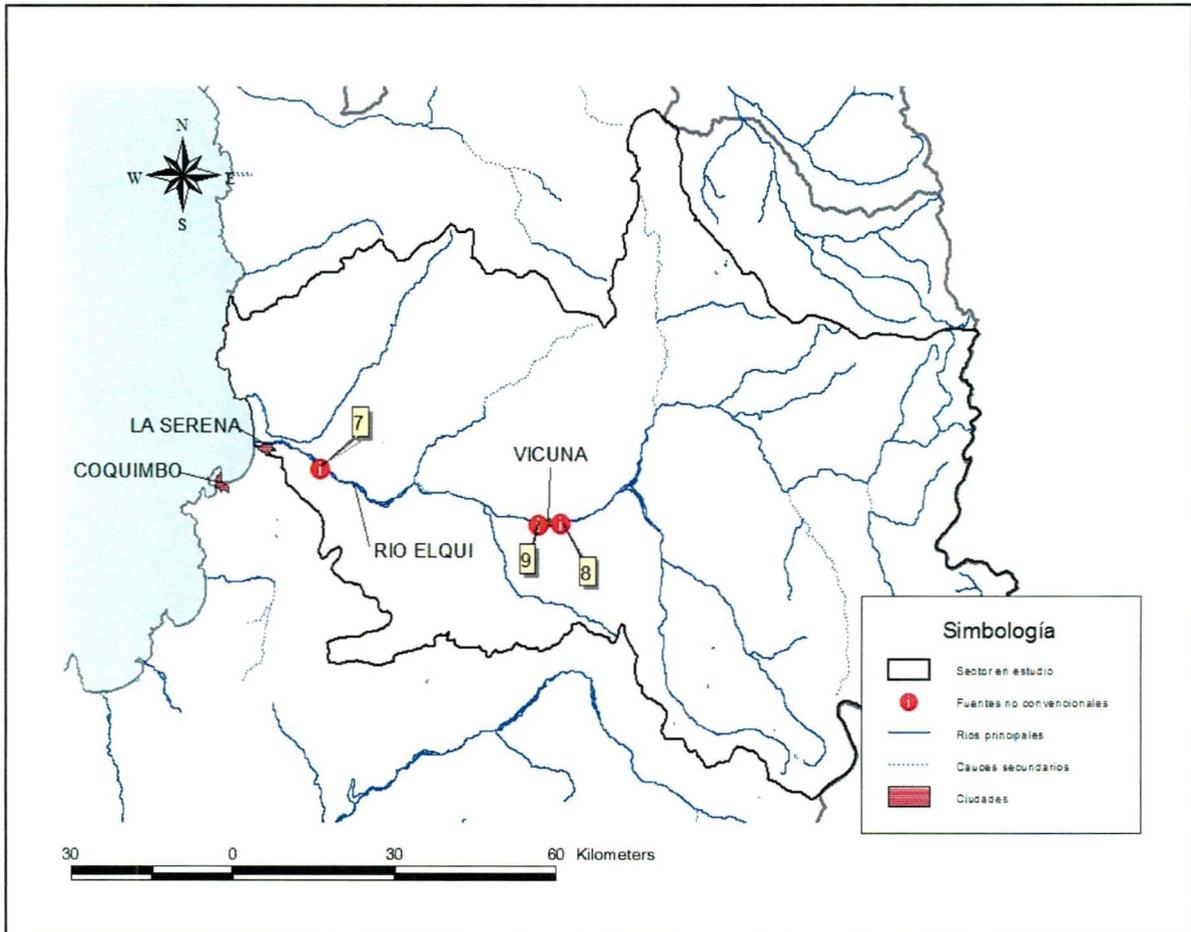


Figura 77. Cuenca Río Elqui y FNC catastradas.

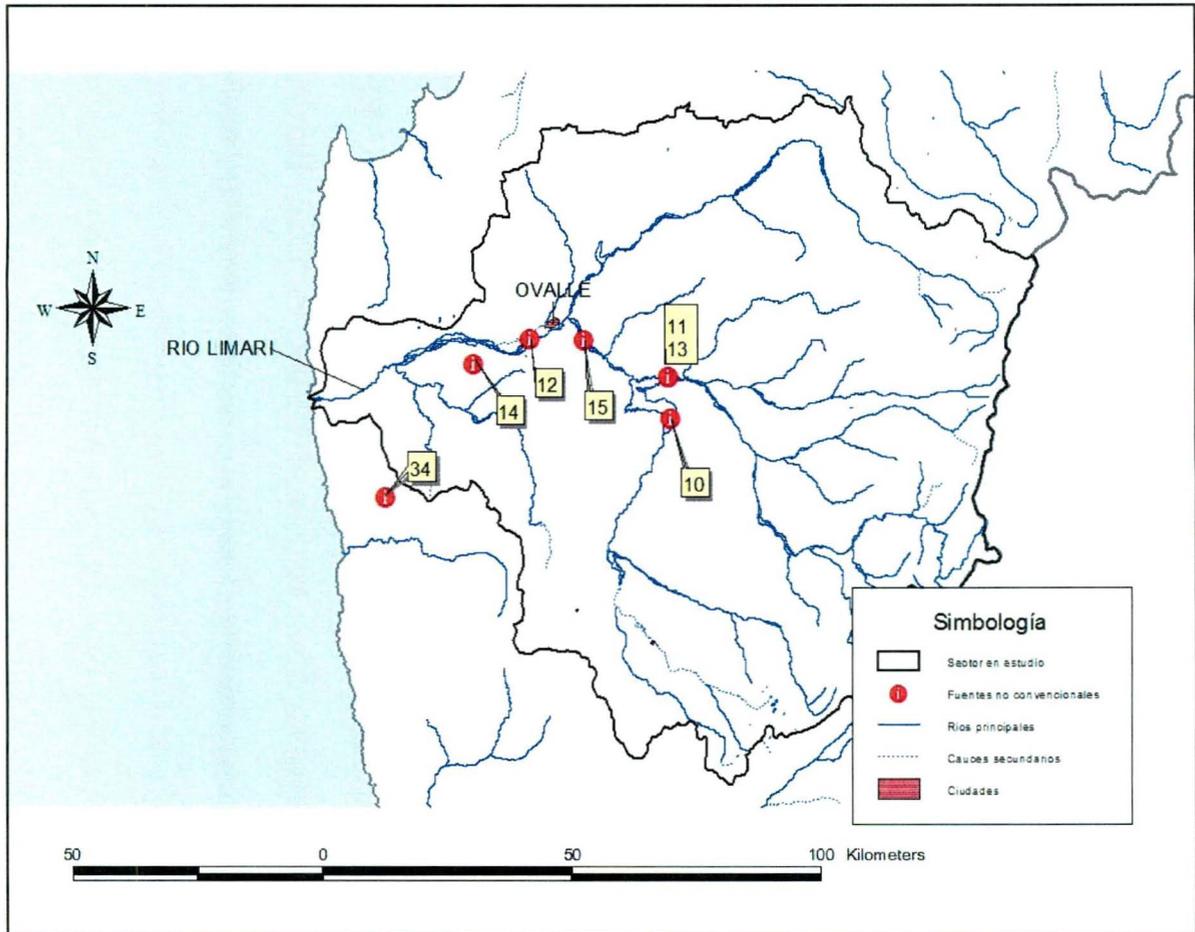


Figura 78. Cuenca Río Limarí y FNC catastradas.

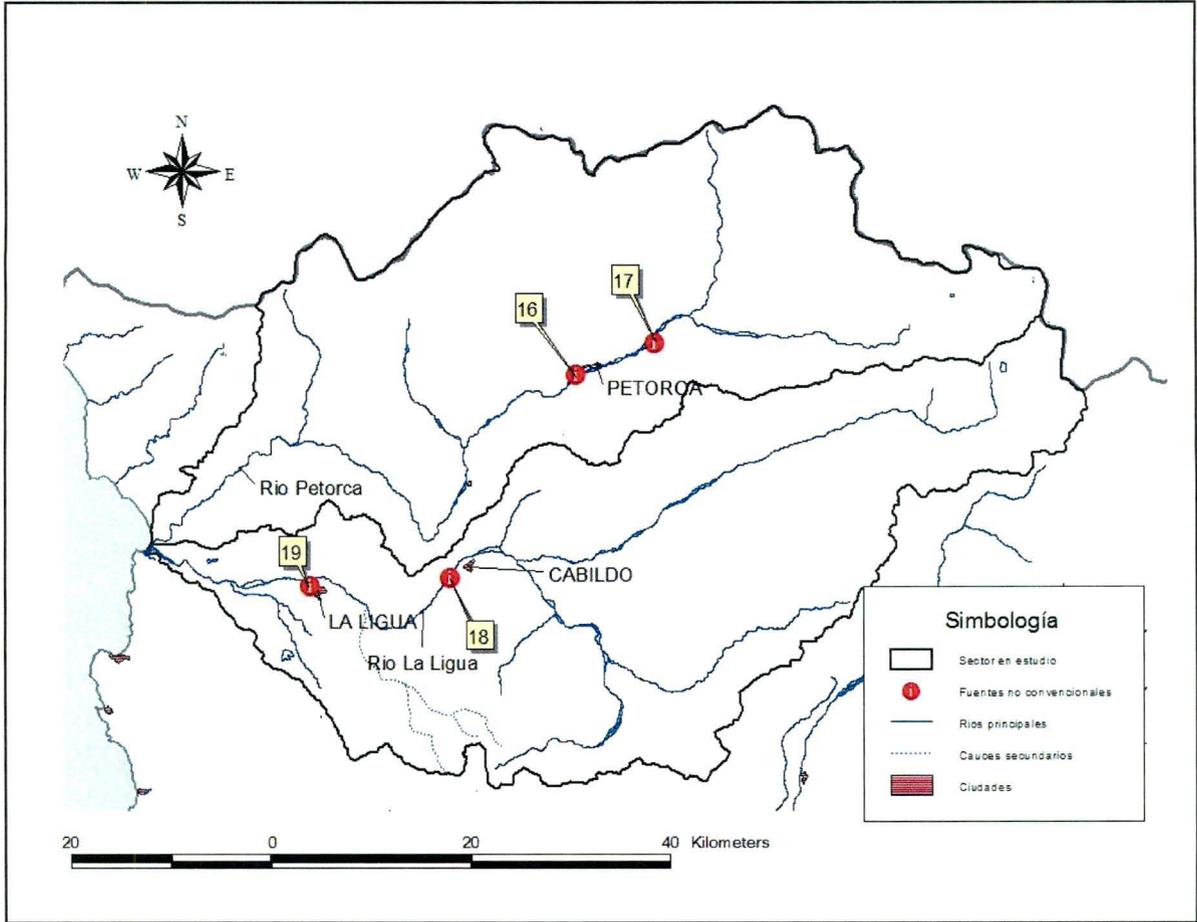


Figura 79. Cuenca Río Petorca, Río Ligua y FNC catastradas.

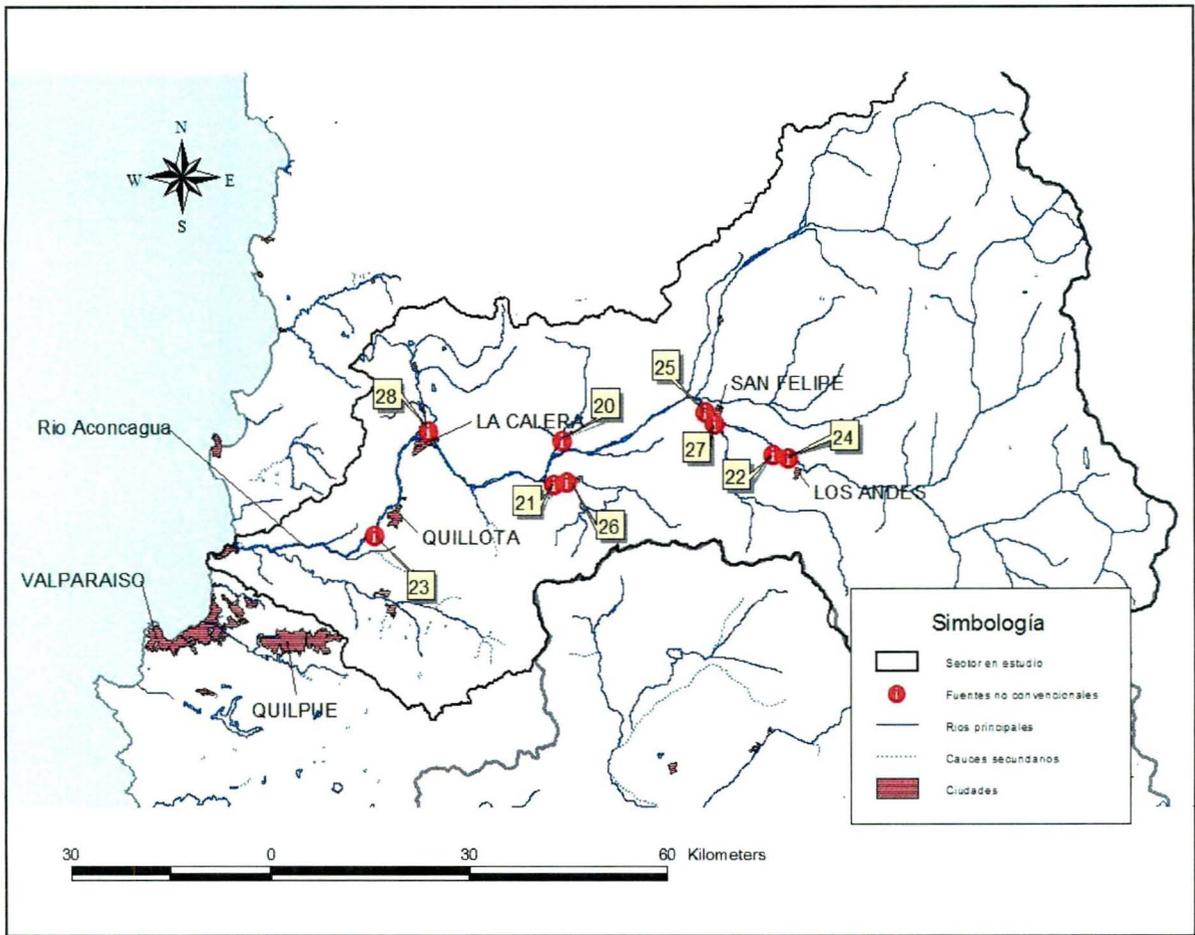


Figura 80. Cuenca Río Aconcagua y FNC catastradas.

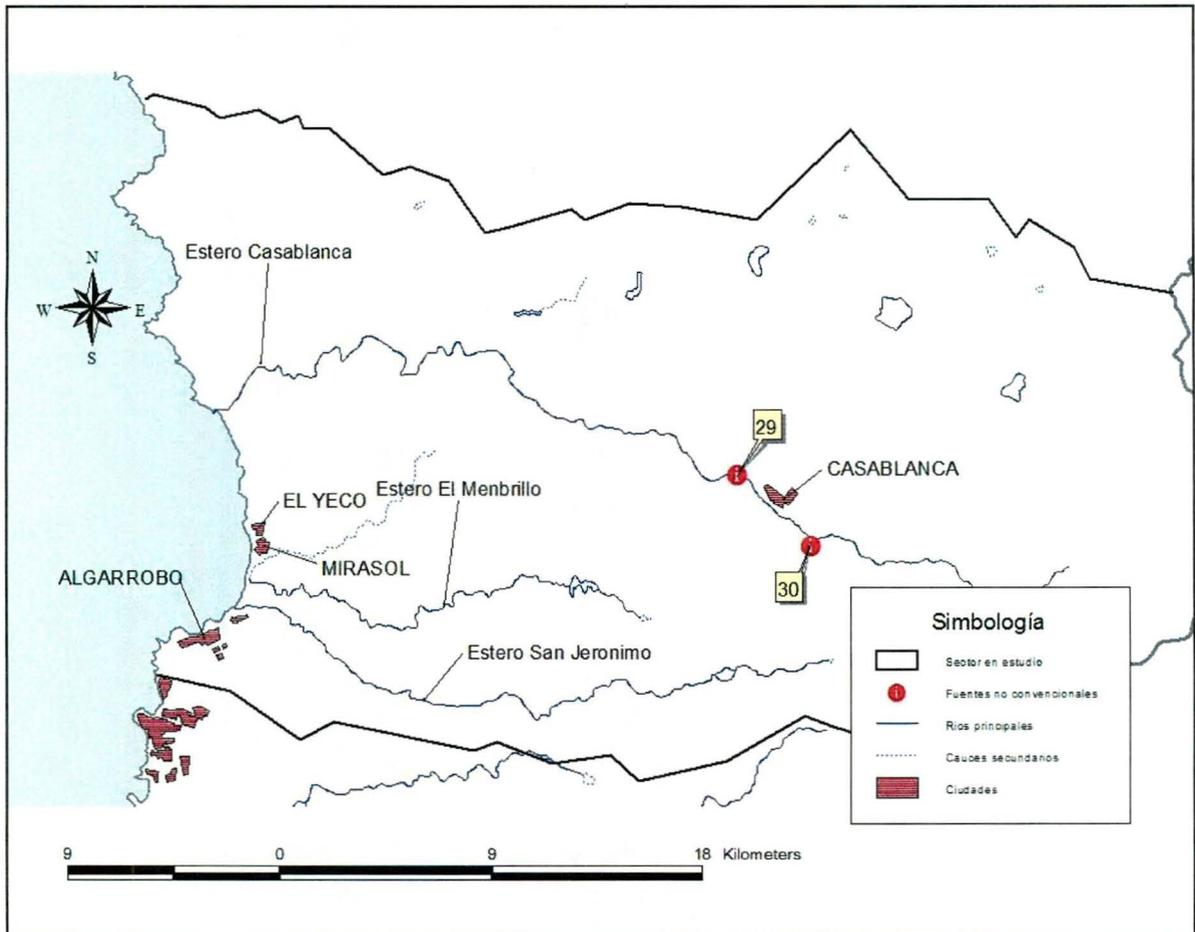


Figura 81. Cuenca sector Casablanca y FNC catastradas.

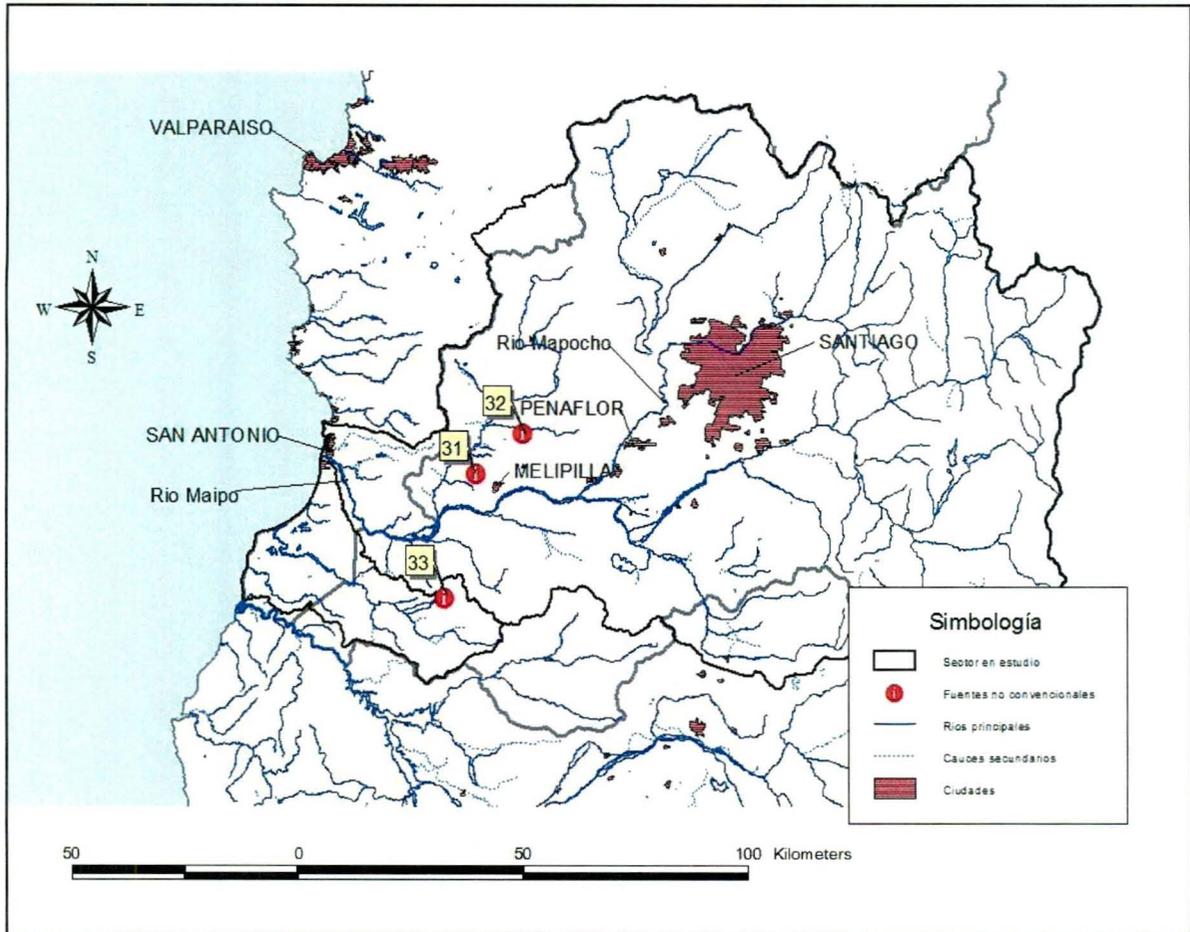


Figura 82. Sector Maipo Bajo, Estero Yali y FNC catastradas.

3 Análisis de las fuentes de agua no convencionales catastradas

3.1 Análisis legal sobre la propiedad de los derechos de agua sobre fuentes no convencionales

Para disponer de una visión más amplia sobre la existencia de una definición legal del concepto fuente de agua no convencional para riego y sobre la propiedad legal de los derechos sobre este tipo de agua, se realizó un Focus Group de expertos, orientado a los aspectos legales relacionados con la propiedad de los derechos de aguas. En esta reunión se aplicó una metodología pertinente que permitiera rescatar elementos centrales del discurso de diversos actores que participan de la temática. Un mayor detalle de este Focus Group, se puede apreciar en el punto 1.3 del Apéndice 5.

Los especialistas que participaron del Focus Group fueron:

- Eugenio Celedón, ex Superintendente de Servicios Sanitarios.
- Pablo Jaeger, Abogado.
- Fernando Peralta, Ingeniero Civil.
- Jorge Paredes, Abogado Superintendencia de Servicios Sanitarios.
- Luis Vergara, Abogado.
- Ovidio Melo, Consultor.

A continuación se señalan los principales elementos de la discusión:

Con respecto a la definición legal de fuente no convencional

- La legislación no lo define.
- A pesar de esa indefinición legal es posible entenderlo por: Oposición a lo que la legislación entiende por convencional. Aquellas que son las que se pueden usar antes de llegar a fuentes naturales y pueden ser de origen natural o artificial.

Con respecto a su propiedad

- La legislación actual es clara e indica que les pertenecen, en el caso de las aguas tratadas, a quienes realizan ese proceso hasta que las dejan de usar y se transforman en derrames.
- Las aguas claras de relaves y las aguas lluvias no tienen dueño y podrían ser acumuladas y utilizadas sin problema.

Con respecto a su uso

- Como se señaló en el punto anterior la cualidad de poseedor de la propiedad de la fuente no convencional da derecho a su uso, ya sea para fines de reutilización o para su venta mediante un acuerdo entre privados. Sólo restringiría esta situación cuando la empresa realice un derrame (tal como lo indica el artículo 43 inciso 2º del Código de Aguas).
- Nada impide el uso de aguas tratadas en riego siempre y cuando el dueño lo permita y cumpla la norma para riego.
- Aquellas aguas sin dueño podrían utilizarse sin problemas.
- Con respecto al uso por los agricultores esto sólo estaría regulado por las condiciones de mercado a través de un acuerdo entre particulares.

Con respecto al cambio o modificación de la norma

- La opinión general es que es inoficioso realizar algún cambio, pues la actual legislación es suficiente para definir derechos de propiedad sobre fuentes no convencionales y su uso.

A continuación, se presenta un análisis individualizado sobre los aspectos legales asociados a las FNC de agua, revisados en el contexto de este estudio:

3.1.1 Aguas Claras de Relaves

Según consta en el estudio Propuesta para regular las emisiones de RILes desde depósitos de relaves de la Comisión nacional del Medioambiente (CONAMA 2002), la legislación relacionada con la disposición de residuos mineros comienza en 1916 con la Ley N°3.133, del Ministerio de Obras Públicas, sobre neutralización de los residuos provenientes de establecimientos industriales, la cual ha sido recientemente derogada (Ley N° 19.821). Luego en 1931 se dicta el Código Sanitario, y en 1948 la Ley de protección a la agricultura, donde el control de residuos mineros se centra en la prohibición de su vertimiento en cauces naturales. En 1970 se dicta el Decreto Supremo N°86 del Ministerio de Minería, norma aplicada a la disposición de residuos de la minería a través de depósitos o tranques de relave. Este cuerpo legal tiene relación directa con la construcción y operación de tranques de relaves, controlando sus aspectos estructurales, la estabilidad sísmica y estática de los tranques, e incluyendo además el riesgo sobre la zona de emplazamiento del depósito. En 1994 se dicta la Ley de Bases del Medio Ambiente (19.300), que crea la Comisión Nacional del Medio Ambiente, y en 1997 el Reglamento que establece el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental o SEIA. Este último permite incorporar las componentes ambientales dentro de proyectos de inversión, entre los que se encuentran los del ámbito minero, con el objeto de mitigar los impactos negativos y potenciar los que beneficien al medio ambiente en cada una de las fases por las que atraviesa el proyecto.

A partir de estos antecedentes y considerando que los parámetros de estas aguas exceden los establecidos por la NCh 1.333, queda claramente de manifiesto que estas aguas no pueden ser utilizadas para riego agrícola.

3.1.2 Aguas Servidas Tratadas y Aguas Residuales de la Agroindustria

El principal problema legal, que tiene este tipo de aguas no convencionales, es el de la propiedad de las aguas tratadas. Confluyen aquí el Código de Aguas, en especial art. 43, las reglas generales de la propiedad civil y la Ley de Servicios Sanitarios en especial art, 61 y 71 de la misma.

La propiedad de las aguas tratadas efluentes de una Planta de Tratamiento es un tema que ha sido analizado por casi todos los juristas especialistas del área, con opiniones disímiles.

De acuerdo al análisis realizado en esta Consultoría, se observa que el conflicto se ha suscitado entre dos posiciones:

1. Posición de la autoridad y las empresas sanitarias. Por una parte los organismos del Estado han dictaminado que los derechos de aprovechamiento de las aguas efluentes de las plantas de tratamiento pertenecen a la Empresa Sanitaria. Esta es la posición oficial de la Autoridad de la Administración, por ahora. Por ejemplo; **N° 4221 de fecha 03/10/1995** “En nuestra legislación no existe norma alguna que obligue a la empresa concesionaria de Servicio Sanitario abandonar las aguas servidas”. Dirigido por el Superintendente al Gerente de la Empresa de Servicios Sanitarios de Antofagasta S.A. **N° 587 de fecha 18/08/1996**; “Antes del abandono de las aguas servidas, ellas pertenecen al concesionario de recolección o disposición, este ultimo una vez que trata las aguas puede darles el destino que se estime conveniente...”. “...el concesionario de disposición se hace dueño de las aguas servidas que recolecta y trata mientras no las abandona...”. “...es dueña de las aguas servidas que recolecta y puede usar, gozar y disponer de ellas...”; **N°196 de fecha 24/01/2002** Expedido como informe sobre recurso de reclamación por Superintendente de Servicios Sanitarios al Director Ejecutivo de La Comisión del Medio Ambiente (CONAMA). “Mientras las aguas servidas no son abandonadas se consideran dentro del patrimonio de la empresa Sanitaria y por tanto, puede someterlas a actos jurídicos libremente pactados en precio y forma, entendiéndose que son actividades relacionadas con su objeto”.

2. Posición de los agricultores regantes que usan o pretenden usar las aguas sobrantes. Estos han llevado sus reclamos a los Tribunales sin éxito. Los argumentos de ellos pueden resumirse en el hecho de que las aguas una vez depositadas en el cauce natural recuperan su condición de aguas públicas y pueden ser objeto de derechos a su favor obligando a las Plantas a depositarlas siempre y en el mismo lugar. Aunque sea reiterativo nuevamente insistimos el problema acá no es si pueden o no estas aguas ser objeto de derecho, sino si las Empresas Sanitarias están obligadas a depositar el agua sobrante, y a hacerlo siempre en el mismo lugar. Nada se saca con construir un razonamiento legal para decidir que se pueden otorgar derechos sobre esos sobrantes tratados sino es obligación que se produzcan, a los más serían meros derechos eventuales.

En la situación actual, la respuesta es favorable a las Sanitarias, ellas no están obligadas a generar excedentes, ni a depositarlos siempre en el mismo lugar. Ellas son dueñas de su derecho de aprovechar las aguas y por tanto de usarlas de la manera que prefieran, todo conforme a la amplia garantía de la propiedad del art. 19 n° 24 de la Constitución Política y art. 43 del Código de Aguas, solo una ley expresa podría limitar este derecho fundados en la función social.

Aclarada la propiedad de estas aguas, la factibilidad en la utilización de estas aguas en riego agrícola, pasa por la necesidad de establecer un acuerdo de venta o arriendo de agua entre la Agroindustria o Empresa Sanitaria y los agricultores.

3.1.3 Desalinización de agua

Se trata de particulares o empresas que contando con la tecnología para extraer las aguas saladas, las convierten en dulces. Para el aprovechamiento en riego, de este tipo de aguas, se observan las siguientes situaciones:

Problemas de uso. El gran problema es la ausencia total de reglas que reglamenten el uso de las aguas exteriores o marinas. El Código de Aguas expresamente no se aplica a ellas.

Respecto de las subterráneas saladas, si el punto de extracción esta en territorio continental quedará regido por el Código de Aguas y deberá pedirse el correspondiente derecho de aprovechamiento a la DGA.

En ambos casos como hay que instalar plantas desalinizadoras se requerirá estudio de impacto ambiental.

Régimen legal. No hay de forma que si se trata de aguas de mar nada impide tomarlas y desalinizarlas para el uso que se quiera, contando con la licencia ambiental.

3.1.4 Cosecha de Lluvia

Situación de hecho. Las aguas lluvias se definen como las que “precipitan naturalmente del cielo” o las que “provienen inmediatamente de las lluvias”. Son conocidas también como aguas pluviales.

Obviamente se consideran pluviales mientras conservar dicho carácter y no se confunden con otras al caer en ríos o lagos.

Nadie adquiere el dominio de ellas mientras no caen o se depositan, cuestión que es evidente dada su naturaleza. Una vez que caen debe determinarse a quién pertenecen y en su caso quien puede hacer uso de ellas.

El uso de las aguas lluvias. El régimen de las aguas lluvias en todas las formas en que esta se capte está contemplado expresamente en el Código de Aguas.

El principio es el de LIBRE CAPTACIÓN mientras no caigan o se precipiten en cauce público. El único límite es ser dueño del terreno o contar con la autorización del dueño (si es ciudad la Municipalidad, o si es bien público el Ministerio de Bienes Nacionales) del terreno donde se instalarán las obras de captación de ellas.

No se requiere obtener permiso alguno si se realizan en suelo propio y no se requiere tener derecho de aprovechamiento pues el uso de las aguas lluvias es un derecho absoluto e intrínseco del dueño del terreno donde se precipitan.

Deberá tenerse presente que si los mecanismos de generación y captación del agua lluvias son susceptibles de producir impacto en el ambiente, para su aplicación deberá contarse con los permisos ambientales respectivos legalmente tramitados.

Régimen legal aplicable. Fuera de las advertencias de la autorización del dueño del suelo no hay más que tener en cuenta estas reglas legales:

Algunos autores han estimado que no solo debe considerarse aguas lluvias a las que inmediatamente proviene de las precipitaciones, sino también a las que provienen mediatamente de ellas, en tanto conserven su individualidad y puedan ser determinadas. El ejemplo típico propuesto es de las aguas lluvias que precipitan en un fundo y siguiendo la inclinación natural de él caen en fundo inferior sin confundirse con otras aguas.¹

Las aguas antes de incorporarse al cauce natural si se precipitan en propiedad privada, de acuerdo al art. 10 del Código de Aguas corresponden al dueño del suelo, quien puede dar a ellas el uso que quiera. Si las aguas que precipitan en bienes de dominio público. Nada dice el Código actual. El art. 11 solo se refiere a las aguas lluvias que corren por camino público. Respecto de ellas permite a los particulares su uso siempre que se proceda previo cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias respectivas. Estimamos, no obstante la ausencia de norma, que nada impide que el particular pueda obtener,

¹ Marienhoff, Miguel, ob. cit. pág. 243

de la autoridad que por ley tenga la custodia del bien público, las autorizaciones para usar las aguas que precipitan en ellos.

Las aguas después de incorporarse al cauce natural. Estas toman el carácter de las aguas a las que se unen en los causes y por lo mismo se someten a su régimen.

3.1.5 Estimulación en la Producción de Lluvia

La estimulación de lluvia, se realiza con el fin de generar un aumento en las precipitaciones, lo cual, incrementaría los caudales de los cuerpos de agua superficiales, como también se producirán aportes a los cuerpos subterráneos. Es por ello desde el punto de vista legal, la solicitud de derechos de aprovechamiento sobre estos incrementos en los caudales, está sujeto al tipo de programa de estimulación de lluvia. Esto quiere decir, a que si la estimulación se realiza continuamente o solo en eventos puntuales, lo cual cambia el escenario de disponibilidad de caudal en los cursos superficiales y subterráneos (recarga). Aspectos legales sobre el aprovechamiento de las aguas que se generan por estas prácticas, son similares a las consideradas en el punto 3.1.4 sobre Cosecha de Lluvia.

3.1.6 Atrapanieblas

Para esta fuente no existe ninguna reglamentación conocida. Las consideraciones que se deben tener son la propiedad de los terrenos donde se emplazan estas estructuras de captación, como las servidumbres involucradas para el traslado desde el punto de captación al punto de uso. Esto favorece la factibilidad de realizar proyectos para el aprovechamiento de este recurso para riego agrícola.

3.1.7 Recarga Artificial de Acuífero

En Chile la RAA está regulada a través del Código de Aguas (Decreto con fuerza de Ley N° 1.112), en los artículos 66, 67 y 68, los cuales hacen referencia a lo siguiente:

Artículo 66. La Dirección General de Aguas podrá otorgar provisionalmente derechos de aprovechamiento en aquellas zonas que haya declarado de restricción. En dichas zonas, la citada Dirección limitará prudencialmente los nuevos derechos pudiendo incluso dejarlos sin efecto en caso de constatar perjuicios a los ya constituidos.

Sin perjuicio de lo establecido en el inciso primero del artículo 67, y no siendo necesario que anteriormente se haya declarado zona de restricción, previa autorización de la Dirección General de Aguas, cualquier persona podrá ejecutar obras para la recarga artificial de acuíferos, teniendo por ello la preferencia para que se le constituya un derecho de aprovechamiento provisional sobre las aguas subterráneas derivadas de tales obras y mientras ellas se mantengan.

Artículo 67. Los derechos de aprovechamiento otorgados de acuerdo al artículo anterior, se podrán transformar en definitivos una vez transcurridos cinco años de ejercicio efectivo en los términos concedidos, y siempre que los titulares de derechos ya constituidos no demuestren haber sufrido daños. Lo anterior no será aplicable en el caso del inciso segundo del artículo 66, situación en la cual subsistirán los derechos provisionales mientras persista la recarga artificial. La Dirección General de Aguas declarará la calidad de derechos definitivos a petición de los interesados y previa comprobación del cumplimiento de las condiciones establecidas en el inciso precedente.

Artículo 68. La Dirección General de Aguas podrá exigir la instalación de sistemas de medida en las obras y requerir la información que se obtenga.

En consecuencia, para las zonas declaradas bajo restricción, la recarga artificial de acuíferos en una estrategia válida de desarrollo urbano, agrícola e industrial, sobre la base de lograr un abastecimiento de agua, que avale la cantidad, calidad y durabilidad en el tiempo del recurso hídrico, en zonas en que éste se encuentra bajo condiciones de baja disponibilidad.

3.2 Análisis sobre la normativa de calidad de agua.

Para disponer de una visión más amplia en relación a la normativa vinculada al riego con fuentes de agua no convencionales, se realizó un Focus Group de expertos, orientado a desarrollar las temáticas vinculadas con las normativas existentes en materias de calidad de agua y descargas. En esta reunión se aplicó una metodología pertinente que permitiera rescatar elementos centrales del discurso de diversos actores que participan de la temática. Un mayor detalle de este Focus Group y de un taller ampliado con la participación de actores sociales y de empresas, se puede apreciar en el Apéndice 5.

Los especialistas que participaron del Focus Group fueron:

- Iván Triviño, Instituto de Salud Pública.
- Patricio Parra, División de Estudios y Desarrollo, CNR.
- Ana María Sancha, Facultad de Ciencia Físicas y Matemáticas, U. de Chile.
- Sergio Jerez, Recursos Naturales Renovables, SAG.
- Jaquelinne Torres, Superintendencia Servicios Sanitarios.
- Alexander Chechilnitzky, Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIRIS) y presidente de Empagua.
- José Luis Arumi, Universidad de Concepción.

A continuación se señalan los principales elementos de la discusión desarrollada:

En relación a la normativa vinculada al riego con fuentes de agua no convencionales

- No hay normativa vinculada al tema lo que significa que tampoco existe reglamentación ni protocolos asociados.
- La NCh1333 sólo se refiere a agua en términos generales y no especifica esta diferencia.

- Existe la percepción de que no existe ningún organismo ni institución pública a cargo del tema.
- El problema central es cómo se certifica o define con claridad cuando un agua es considerada para riego. Por ejemplo, existen algunas organismos como la Superintendencia de Servicios Sanitarios que pueden realizar controles en el caso de agroindustrias que producen RILES pero lo que se hace posteriormente con esa agua y quien realiza el seguimiento, no está definido.
- Lo anterior se debe a que la norma existente es de riego y la SSS controla emisiones.
- Con respecto a las fuentes de agua no convencionales se observa como una oportunidad la posibilidad de, al tener control sobre las emisiones de una agroindustria, poder realizar la certificación de este proceso.
- En el discurso de uno de los actores aparece la idea que el organismo a cargo de la certificación, control y seguimiento del agua es el SAG pues esto estaría implícito en el artículo 3 del Código de Aguas.

En relación a propuestas o recomendaciones

- Catastrar todas las fuentes no convencionales posibles de manera de tener el más amplio espectro, cuáles son sus rangos de descarga y la tecnología asociada a su tratamiento que permita, a posteriori, analizar los costos asociados.

3.3 Análisis técnico a eventuales tratamientos requeridos para cada Fuente que exceda la NCh 1.333.

El Consultor, basado en la información recolectada de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) sobre calidad de agua de las Fuentes y valores entregados por algunas de estas Fuentes, realizó un análisis técnico sobre eventuales Trenes de Tratamiento requeridos para el cumplimiento de la norma de riego NCh 1.333. A continuación se presenta un cuadro resumen de los Trenes de Tratamiento y diluciones, para las Fuentes que exceden los parámetros establecidos en la norma de riego.

Cuadro 30. Resumen de trenes de tratamiento y dilución requerida para Fuentes que exceden la norma de riego.

REGIÓN	NOMBRE CUENCA	TIPO DE FUENTE	EMPRESA	COMUNA O LOCALIDAD	PARAMETRO RESTRICTIVO	VALOR MEDIDO	NCh 1333 VALOR MAXIMO	TREN DE TRATAMIENTO	RAZON DE DILUCION (RD)
I	POZO ALMONTE (NUEVO SECTOR EN EVALUACIÓN)	PTAS	AGUAS DEL ALTIPLANO	POZO ALMONTE	BORO*	7,2	0,75	OSMOSIS INVERSA	1:9
					CLORUROS	304,5	200		
					SULFATOS	522,5	250		
II	SECTOR DE SAN PEDRO DE ATACAMA	PTAS	COMITÉ DE AGUA POTABLE RURAL DE SAN PEDRO DE ATACAMA	SAN PEDRO DE ATACAMA	COLIFORMES FECALES*	30.000	1.000	CLORACION	1:30
III	RIO COPIAPÓ	PTAS	I. MUNICIPALIDAD DE TIERRA AMARILLAS	TIERRA AMARILLA	CLORUROS	400	200	OSMOSIS INVERSA	1:10000
					COLIFORMES FECALES*	10000000	1.000		
					SULFATOS	300	250		
					COBRE	1	0,2		
					CROMO	0,15	0,1		
					FLUORURO	1,5	1		
					MANGANESO	0,3	0,2		
MOLIBDENO	0,07	0,01							
V	ACONCAGUA	INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	CORN PRODUCTS CHILE	LLAILLAY	COLIFORMES FECALES*	5666	1000	CLORACION	1:5
		INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	SOPRAVAL S.A. (FAENADORA DE PAVOS)	CALERA	CLORUROS	246,3	250		
RM Y V	SECTOR MAIPO BAJO (TERCERA SECCION)	AGRICULTURA, CAZA, SILVICULTURA Y	AGRICOLA AASA S.A.	MELIPILLA	COLIFORMES FECALES*	230000	1000	OSMOSIS INVERSA	1:230
		SILVICULTURA Y			SULFATOS	518	250		
		AGRICULTURA, CAZA, SILVICULTURA Y PESCA			BORO	2,11	0,75		
RM Y V	ESTERO YALI	AGRICULTURA, CAZA, SILVICULTURA Y PESCA	AGRICOLA SUPER	SAN PEDRO	CLORUROS*	856	200	OSMOSIS INVERSA	1:3,3
					SULFATOS	132	250		
					ALUMINIO	20,3	5		

*Corresponde al parámetro utilizado para el cálculo de razón de dilución.

RD es la razón de dilución (Volumen de agua de FNC: Volumen de agua limpia).

El Consultor no se pronunciara sobre los parámetros que exceden los DS90 y DS46 de las fuentes analizadas, dado que escapa a los alcances de este análisis.

Para la dilución considerada en el Cuadro 29, es necesario que el agricultor posea los derechos de aprovechamiento de agua, que permitan alcanzar los niveles de dilución requeridos para el cumplimiento de la normativa (NCh 1.333). En el caso que no se disponga de dichos derechos de aprovechamiento, el

agricultor requerirá implementar los trenes de tratamiento necesarios para el cumplimiento de dicha normativa (NCh 1.333).

3.4 Modelo de negocio para cada Fuente

Chile cuenta con una tradición de riego agrícola que data de principios de siglo XX. Aún cuando no se puede hablar de un mercado propiamente tal, en esa época ya existían mecanismos privados de asignación y distribución del agua de riego en base a cuotas proporcionales.

Según algunos autores, Chile es el país más liberal en este sentido (agua) a nivel mundial. Tanto así, que el sistema nacional es materia de estudio en muchas universidades, inclusive se han escrito libros sobre su particular funcionamiento.

Todo comenzó con el Código de Aguas de 1981, diseñado e implementado bajo la premisa de que este recurso natural debe ser tratado como una mercancía. Por ello, se entrega gratuitamente y a perpetuidad. Dejando libertad a los dueños para vender o traspasar estos derechos a quien lo deseen, al precio que marque el mercado.

En Chile no existe ningún impuesto patrimonial o tarifa para los dueños de derechos de agua, es decir, el costo directo de mantener derechos de aguas en el tiempo es cero, excepto por el costo de oportunidad de la inversión (es decir, su precio de venta). Existen básicamente dos tipos de transacciones en el mercado de derechos de agua: compraventas y arriendos.

Un tipo de arriendo se ha dado entre empresas de agua potable y agricultores. Por ejemplo, la empresa sanitaria de Arica, ESSAT, solicita en arriendo pozos de riego a agricultores de la zona para abastecer a la población con agua potable en caso de escasez.

El caso más citado del éxito del Mercado de Aguas es la Cuenca del Río Limarí. Hay un mercado activo de compraventa no solamente de derechos de aprovechamiento de agua sino también de agua para una temporada. Pero la Cuenca de Limarí es excepcional: esta cuenca posee una gran capacidad de acumulación de aguas de riego que podría satisfacer las demandas de tres años seguidos en caso de sequía; además, la cuenca posee una adecuada

infraestructura de distribución de aguas de riego y finalmente las organizaciones de usuarios poseen un avanzado nivel organizacional y administración. La unión de los tres factores anteriormente indicados permite que solamente en la cuenca del Limarí funcione un mercado de agua cercano a la forma como debería funcionar según la teoría económica del mercado.

El consultor, a partir de los antecedentes de los modelos de mercados que existen en Chile y en específico en los sectores de estudio, presenta un modelo de negocio para las fuentes no convencionales catastradas. En estos modelos se presentaran casos tipo y/o escenarios de mercado. Cabe señalar que de acuerdo con la teoría económica, en ausencia de imperfecciones, el mercado asegurará que el recurso hídrico sea asignado a aquellos usos para los cuales tiene un mayor valor.

3.4.1 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

En esta fuente existen dos posibles casos identificados:

CASO 1:

El agricultor no posee derechos de aprovechamiento y/o requiere agua para aumentar su superficie de riego.

Escenario 1:

Uno de los posibles escenarios de mercado dentro de este punto, se genera bajo los siguientes supuestos:

- La empresa sanitaria acepta vender sus aguas tratadas a los agricultores interesados.
- El precio de venta impuesto por las PTAS, es **menor** que el precio normal de mercado de derechos de agua.
- Existe la factibilidad técnica para el abastecimiento desde la Fuente hasta el (los) agricultor.

- Los requerimientos en el mejoramiento de la calidad de la Fuente para el cumplimiento de la NCh 1.333, pasa por disponer de tecnologías que existen el mercado y con valores de inversión y mantención, que permiten obtener una aceptable rentabilidad a el (los) agricultor.
- Existen líneas de financiamiento por parte del Estado para la utilización de FNC en el riego agrícola (Ley 18.450).

De la secuencia anteriormente descrita se desprende lo siguiente:

- Existe un contrato entre el (los) agricultor y la Empresa Sanitaria (ES), donde la ES vende o arrienda volúmenes de agua a el (los) agricultor.
- Se diversifica la obtención del recurso hídrico, al contar con aguas tradicionales y/o fuentes no convencionales.
- El agricultor se beneficia directamente con el uso de las fuentes no convencionales, ya que cuenta con el recurso para producir en su predio y se beneficia por las líneas de financiamiento Estatales, lo cual le permite acceder a sistemas de tratamiento de última tecnología.

Una condición necesaria para el funcionamiento de un mercado como éste es la existencia de derechos de propiedad claramente definidos para el agua. Así, el precio de venta del recurso representa un costo de oportunidad para el dueño, lo cual proporciona incentivos para utilizar el recurso en forma más eficiente.

Un resultado esperable entonces es que los dueños de derechos de agua inviertan para mejorar la eficiencia de las tecnologías de uso del agua. En consecuencia se invertirá en técnicas de riego más eficientes. Al mejorar la eficiencia de uso del recurso eventualmente se liberan unidades de agua que podrán ser ofrecidas a otros agricultores interesados.

Escenario 2:

Los supuestos para el siguiente escenario son:

- La empresa sanitaria acepta vender sus aguas tratadas a los agricultores interesados.
- El precio de venta impuesto por las PTAS, es mayor que el precio normal de mercado de derechos de agua.
- Existe la factibilidad técnica para el abastecimiento desde la Fuente hasta el (los) agricultor.
- Los requerimientos en el mejoramiento de la calidad de la Fuente para el cumplimiento de la NCh 1.333, pasa por disponer de tecnologías que existen el mercado y con valores de inversión y mantención, que permiten obtener una aceptable rentabilidad a el (los) agricultor.
- Existen líneas de financiamiento por parte del Estado para la utilización de FNC en el riego agrícola (Ley 18.450).

De la secuencia anteriormente descrita se desprende lo siguiente:

- El agricultor no podrá acceder a la compra o arriendo de volúmenes de agua ofrecidas por la ES.
- El agricultor se verá en la necesidad de solicitar recursos (Bancos) o postular a líneas de financiamiento o subsidios (Estatales) para la compra o arriendo de estos volúmenes de agua.
- El agricultor se verá en la necesidad de invertir en el mejoramiento de los sistemas de riego, como a su vez, buscar cultivos que demanden menos agua y/o sean más rentables.
- Existe un contrato entre el (los) agricultor y la Empresa Sanitaria (ES), donde la ES vende o arrienda volúmenes de agua a el (los) agricultor.
- Se diversifica la obtención del recurso hídrico, al contar con aguas tradicionales y/o fuentes no convencionales.

- El agricultor se beneficia directamente con el uso de las fuentes no convencionales, ya que cuenta con el recurso para producir en su predio y se beneficia por las líneas de financiamiento Estatales, lo cual le permite acceder a sistemas de tratamiento de última tecnología.

CASO 2:

El agricultor posee derechos de aprovechamiento que cubren la totalidad de las necesidades de su predio.

Escenario 1:

Uno de los posibles escenarios de mercado dentro de este punto, se genera bajo los siguientes supuestos:

- La empresa sanitaria acepta vender sus aguas tratadas a los agricultores interesados.
- El precio de venta impuesto por las PTAS, es menor que el precio normal de mercado de derechos de agua.
- Existe la factibilidad técnica para el abastecimiento desde la Fuente hasta el (los) agricultor.
- Los requerimientos en el mejoramiento de la calidad de la Fuente para el cumplimiento de la NCh 1.333, pasa por disponer de tecnologías que existen en el mercado y con valores de inversión y mantención, que permiten obtener una aceptable rentabilidad a el (los) agricultor.
- Existen líneas de financiamiento por parte del Estado para la utilización de FNC en el riego agrícola (Ley 18.450).
- El agricultor decide aplicar las aguas tratadas en su predio.
- El agricultor negocia sus derechos de agua con una empresa agrícola aguas arriba, que tiene déficit del recurso; o bien, que no cuente con la cantidad suficiente para sus procesos.

De la secuencia anteriormente descrita se desprende lo siguiente:

- Existe un contrato entre el (los) agricultor y la Empresa Sanitaria (ES), donde la ES vende o arrienda volúmenes de agua a el (los) agricultor.
- Se diversifica la obtención del recurso hídrico, al contar con aguas tradicionales y/o fuentes no convencionales.
- El agricultor se beneficia directamente con el uso de las fuentes no convencionales, ya que cuenta con el recurso para producir en su predio y se beneficia por las líneas de financiamiento Estatales, lo cual le permite acceder a sistemas de tratamiento de última tecnología, además obtiene la seguridad de que las aguas que utilizará en su predio son de la calidad para tales usos.
- Existe un contrato entre el agricultor y la empresa agrícola, donde el agricultor vende sus derechos.
- Se genera un dinamismo en el mercado al traspasar derechos de un predio a otro.

Escenario 2:

Los supuestos para el siguiente escenario son:

- La empresa sanitaria acepta vender sus aguas tratadas a los agricultores interesados.
- El precio de venta impuesto por las PTAS, es mayor que el precio normal de mercado de derechos de agua.
- Existe la factibilidad técnica para el abastecimiento desde la Fuente hasta el (los) agricultor.
- Los requerimientos en el mejoramiento de la calidad de la Fuente para el cumplimiento de la NCh 1.333, pasa por disponer de tecnologías que existen el mercado y con valores de inversión y mantención, que permiten obtener una aceptable rentabilidad a el (los) agricultor.

- Existen líneas de financiamiento por parte del Estado para la utilización de FNC en el riego agrícola (Ley 18.450).

De la secuencia anteriormente descrita se desprende lo siguiente:

- El agricultor no se interesará en la compra o arriendo de las aguas que se generen en la PTAS. acceder a la compra o arriendo de volúmenes de agua ofrecidas por la ES.
- La oportunidad de otros agricultores o empresas agrícolas, en disponer de agua para sus labores, se ve truncada por no existir el interés por parte del agricultor que se encuentra en las cercanías de las PTAS, de realizar un cambio de fuente de agua a utilizar.

3.4.2 AGROINDUSTRIAS

En esta fuente existen dos posibles casos identificados:

CASO 1:

El agricultor no posee derechos de aprovechamiento y/o requiere agua para aumentar su superficie de riego.

Escenario 1:

Uno de los posibles escenarios de mercado dentro de este punto, se genera bajo los siguientes supuestos:

- La Agroindustria acepta vender sus aguas tratadas a los agricultores interesados.
- El precio de venta impuesto por la Agroindustria, es **menor** que el precio normal de mercado de derechos de agua.
- Existe la factibilidad técnica para el abastecimiento desde la Fuente hasta el (los) agricultor.

- Los requerimientos en el mejoramiento de la calidad de la Fuente para el cumplimiento de la NCh 1.333, pasa por disponer de tecnologías que existen el mercado y con valores de inversión y mantención, que permiten obtener una aceptable rentabilidad a el (los) agricultor.
- Existen líneas de financiamiento por parte del Estado para la utilización de FNC en el riego agrícola (Ley 18.450).

De la secuencia anteriormente descrita se desprende lo siguiente:

- Existe un contrato entre el (los) agricultor y la Agroindustria, donde la Agroindustria vende o arrienda volúmenes de agua a el (los) agricultor.
- Se diversifica la obtención del recurso hídrico, al contar con aguas tradicionales y/o fuentes no convencionales.
- El agricultor se beneficia directamente con el uso de las fuentes no convencionales, ya que cuenta con el recurso para producir en su predio y se beneficia por las líneas de financiamiento Estatales, lo cual le permite acceder a sistemas de tratamiento de última tecnología.

Escenario 2:

Los supuestos para el siguiente escenario son:

- La Agroindustria acepta vender sus aguas tratadas a los agricultores interesados.
- El precio de venta impuesto por la Agroindustria, es **mayor** que el precio normal de mercado de derechos de agua.
- Existe la factibilidad técnica para el abastecimiento desde la Fuente hasta el (los) agricultor.
- Los requerimientos en el mejoramiento de la calidad de la Fuente para el cumplimiento de la NCh 1.333, pasa por disponer de tecnologías que existen el mercado y con valores de inversión y mantención, que permiten obtener una aceptable rentabilidad a el (los) agricultor.

- Existen líneas de financiamiento por parte del Estado para la utilización de FNC en el riego agrícola (Ley 18.450).

De la secuencia anteriormente descrita se desprende lo siguiente:

- El agricultor no podrá acceder a la compra o arriendo de volúmenes de agua ofrecidas por la Agroindustria.
- El agricultor se verá en la necesidad de solicitar recursos (Bancos) o postular a líneas de financiamiento o subsidios (Estatales) para la compra o arriendo de estos volúmenes de agua.
- El agricultor se verá en la necesidad de invertir en el mejoramiento de los sistemas de riego, como a su vez, buscar cultivos que demanden menos agua y/o sean más rentables.
- Existe un contrato entre el (los) agricultor y la Agroindustria, donde la Agroindustria vende o arrienda volúmenes de agua a el (los) agricultor.
- Se diversifica la obtención del recurso hídrico, al contar con aguas tradicionales y/o fuentes no convencionales.
- El agricultor se beneficia directamente con el uso de las fuentes no convencionales, ya que cuenta con el recurso para producir en su predio y se beneficia por las líneas de financiamiento Estatales, lo cual le permite acceder a sistemas de tratamiento de última tecnología.

CASO 2:

El agricultor posee derechos de aprovechamiento que cubren la totalidad de las necesidades de su predio.

Escenario 1:

Uno de los posibles escenarios de mercado dentro de este punto, se genera bajo los siguientes supuestos:

- La Agroindustria acepta vender sus aguas tratadas a los agricultores interesados.
- El precio de venta impuesto por la Agroindustria, es **menor** que el precio normal de mercado de derechos de agua.
- Existe la factibilidad técnica para el abastecimiento desde la Fuente hasta el (los) agricultor.
- Los requerimientos en el mejoramiento de la calidad de la Fuente para el cumplimiento de la NCh 1.333, pasa por disponer de tecnologías que existen en el mercado y con valores de inversión y mantención, que permiten obtener una aceptable rentabilidad a el (los) agricultor.
- Existen líneas de financiamiento por parte del Estado para la utilización de FNC en el riego agrícola (Ley 18.450).
- El agricultor decide aplicar las aguas tratadas en su predio.
- El agricultor negocia sus derechos de agua con una empresa agrícola aguas arriba, que tiene déficit del recurso; o bien, que no cuente con la cantidad suficiente para sus procesos.

De la secuencia anteriormente descrita se desprende lo siguiente:

- Existe un contrato entre el (los) agricultor y la Agroindustria, donde la Agroindustria, vende o arrienda volúmenes de agua a el (los) agricultor.
- Se diversifica la obtención del recurso hídrico, al contar con aguas tradicionales y/o fuentes no convencionales.
- El agricultor se beneficia directamente con el uso de las fuentes no convencionales, ya que cuenta con el recurso para producir en su predio y se beneficia por las líneas de financiamiento Estatales, lo cual le permite acceder a sistemas de tratamiento de última tecnología, además obtiene la seguridad de que las aguas que utilizará en su predio son de la calidad para tales usos.
- Existe un contrato entre el agricultor y la empresa agrícola, donde el agricultor vende sus derechos.

- Se genera un dinamismo en el mercado al traspasar derechos de un predio a otro.

Escenario 2:

Los supuestos para el siguiente escenario son:

- La Agroindustria acepta vender sus aguas tratadas a los agricultores interesados.
- El precio de venta impuesto por la Agroindustria, es **mayor** que el precio normal de mercado de derechos de agua.
- Existe la factibilidad técnica para el abastecimiento desde la Fuente hasta el (los) agricultor.
- Los requerimientos en el mejoramiento de la calidad de la Fuente para el cumplimiento de la NCh 1.333, pasa por disponer de tecnologías que existen el mercado y con valores de inversión y mantención, que permiten obtener una aceptable rentabilidad a el (los) agricultor.
- Existen líneas de financiamiento por parte del Estado para la utilización de FNC en el riego agrícola (Ley 18.450).

De la secuencia anteriormente descrita se desprende lo siguiente:

- El agricultor no se interesará en la compra o arriendo de las aguas que se generen en la Agroindustria. acceder a la compra o arriendo de volúmenes de agua ofrecidas por la Agroindustria.
- La oportunidad de otros agricultores o empresas agrícolas, en disponer de agua para sus labores, se ve truncada por no existir el interés por parte del agricultor que se encuentra en las cercanías de la Agroindustria, de realizar un cambio de fuente de agua a utilizar.

3.4.3 ATRAPANIEBLA

En este caso particular los escenarios de mercado de agua se acotan al negocio familiar, por tres factores:

- El déficit del recurso en la zona para fines de subsistencia.
- Los bajos volúmenes obtenidos por atrapaniebla.
- El nivel socioeconómico de las personas de la zona.

En consecuencia, para la utilización de las aguas obtenidas por atrapaniebla, se propone:

- La persona beneficiada con el proyecto de atrapaniebla pone en marcha la captación del agua.
- Luego de poner en marcha la captación del agua, se encarga de la conducción y mantención del sistema.
- Una vez conducidas las aguas desde el cerro al pueblo, el beneficiado con el proyecto puede comercializar las aguas con alguna organización agrícola familiar que se ocupe en labores relacionadas con cultivos de hortalizas en invernaderos.

Con esta dinámica se generan dos oportunidades de negocio en la zona, los cuales son: el beneficiado con el proyecto vende el agua captada por el atrapaniebla, y la organización agrícola que cultiva en invernaderos, puede producir más y mejores productos para la venta local, debido al aumento del recurso hídrico.

A raíz de esto, son dos los beneficios en este escenario:

- La comunidad agrícola familiar obtendría ingresos por la venta de productos regados con agua captada con atrapaniebla.
- Mejor calidad de vida de la comunidad, dado que dispondrán de productos que se cultivaran con estas aguas, a un precio menor en comparación con productos que deben ser traídos de ciudades o pueblos aledaños.

4 Construcción de perfiles de proyectos de aprovechamiento de fuentes de agua no convencionales

El Consultor, basado en todos los antecedentes obtenidos del catastro de las Fuentes no Convencionales, realizó una selección de 30 perfiles de proyectos, para las fuentes que mayor potencial de aplicación presentaban.

Estos perfiles de proyecto consisten en una propuesta de utilización de las aguas que se generan en cada FNC, considerando los requerimientos de tratamiento según las características de calidad de agua de las descargas y del cultivo que pudiese presentar una mayor producción y rentabilidad para el agricultor. En el Cuadro 31 se presentan las Fuentes seleccionadas para la confección de perfiles, como a su vez, se presentan los resúmenes de estos perfiles. En el Apéndice 6, se presenta la información detallada de estos perfiles de proyectos.

Cuadro 31. Fuentes seleccionadas para la confección de perfiles de proyecto.

Región	Cuenca	N° ID de Perfil	Tipo de Fuente	Nombre de la Fuente	Caudal (L s ⁻¹)
I	Pozo Almonte	1	PTAs	Aguas del Altiplano	15
II	San Pedro de Atacama	2	PTAs	Comité agua potable rural San Pedro de Atacama	6-15,7
III	Río Copiapó	3	PTAs	Aguas Chañar	19,28
III	Río Copiapó	4	PTAs	I. Municipalidad de Tierra Amarilla	4,19
III	Río Huasco	5	PTAs	Aguas Chañar	208,94
IV	Río Elqui	6	PTAs	Aguas del Valle	1,06
IV	Río Elqui	7	PTAs	Aguas del Valle	4,08
IV	Río Elqui	8	PTAs	Aguas del Valle	19,17
IV	Río Limarí	9	PTAs	Aguas del Valle	9,05
IV	Río Limarí	10	PTAs	Aguas del Valle	6,54
IV	Río Limarí	11	PTAs	Aguas del Valle	150,14
IV	Río Limarí	12	PTAs	Aguas del Valle	1,92
V	Río Petroca	13	PTAs	Esvai	3,17
V	Río Petroca	14	PTAs	Esvai	6,00
V	Río Ligua	15	PTAs	Esvai	17,84
V	Río Ligua	16	PTAs	Esvai	30,19
V	Río Aconcagua	17	PTAs	Esvai	38,23
V	Río Aconcagua	18	PTAs	Esvai	45,87
V	Río Aconcagua	19	PTAs	Esvai	138,58
V	Río Aconcagua	20	PTAs	Esvai	464,65
V	Río Aconcagua	21	PTAs	Esvai	7,46
V	Río Aconcagua	22 A	PTAs	Esvai	200,48
V	Río Aconcagua	22 B	Industrias manufactureras	Empresa Conservera Pentzke S.A.	104,16
V	Río Aconcagua	23	Industrias manufactureras	Com Products Chile	9,38
V	Río Aconcagua	24	Industrias manufactureras	Sopraval S.A.	1,40
V	Sector Casablanca	25	PTAs	Esvai	31,87
V	Sector Casablanca	26	Industrias manufactureras	Corpora Tres Montes	1,5
RM	Sector Maipo Bajo	27	PTAs	Aguas Andinas	118,29
RM	Sector Maipo Bajo	28	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Agrícola AASA S.A.	0,45
RM	Sector Maipo Bajo	29	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	Agrícola Super Ltda.	30,00
IV	Río Limarí	30	Atrapaniebla	-	0,03

PERFIL N°1

Región: I
Provincia o Comuna: POZO ALMONTE
Nombre de Cuenca: POZO ALMONTE (NUEVO SECTOR EN EVALUACIÓN)
Nombre de Empresa: AGUAS DEL ALTIPLANO (PTAS).

Descripción general de la Fuente:

El agua servida de Pozo Almonte es recolectada a través de uniones domiciliarias. El agua recolectada pasa a una Planta Elevadora e impulsada a un sistema de laguna aireada conformado por dos lagunas funcionando en serie, siendo una de sedimentación, y un sistema final de desinfección por cloración, de tal forma que con un adecuada operación el grado de tratamiento obtenido asegure que las aguas servidas tratadas puedan ser usadas en riego, al tener una calidad bacteriológica equivalente o menor a 1000 coliformes por 100 ml, según se indica en la norma de riego chilena NCh1333/78. Los efluentes son dispuestos como agua para riego, con un caudal de 15 L s⁻¹. Los parámetros restrictivos de la fuente son: Boro, cloruros y sulfatos.

Requerimientos de sistemas de tratamiento:

Se observa una importante concentración de iones cloruro y sulfato que requiere un proceso de desalinización mediante Osmosis Inversa (OI) La contaminación fecal es significativa y puede representar una cierta concentración de materia orgánica. Destaca una gran presencia de sólidos en suspensión que requieren una etapa de decantación previa y filtración. La presencia de boro es también muy importante y podrá reducirse mediante OI. El tratamiento inicialmente debería basarse en una desinfección del agua, una decantación, una filtración, un pre-tratamiento (ajuste de pH, dosificación de inhibidor de incrustaciones y reducción de cloro) y una etapa de OI con membranas de alta retención de boro. Es posible que deba incorporarse una etapa final de eliminación de boro mediante resinas o una doble etapa de OI. No se descarta que a la vista del análisis completo, se requiera una etapa de ultrafiltración adicional. Sin considerar la etapa de ultrafiltración, sin valorar el decantador previo, se podría considerar valor estimado de \$161.000.000.- (valor Euro 768 al 11 de julio)

La superficie de riego proyectada es de 10 ha de olivos, regados mediante sistema por goteo, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$182.800.000

PERFIL N° 2

Región: II
Provincia o Comuna: SAN PEDRO DE ATACAMA
Nombre de Cuenca: SECTOR DE SAN PEDRO DE ATACAMA
COMITÉ DE AGUA POTABLE RURAL DE SAN PEDRO DE ATACAMA
Nombre de Empresa: (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

La planta de tratamiento, atiende la población de San Pedro de Atacama. El agua a tratar llega a la planta por un emisario y entra a un sistema de separación manual, para luego pasar a lodos activados con aireación extendida, fosas digestoras, equalizador y se finaliza con la inyección de cloro. La planta está diseñada para tratar un caudal de 6 L s^{-1} y en la actualidad está tratando $15,7 \text{ L s}^{-1}$ en horas de punta. La disposición de los efluentes de la planta de tratamiento es en infiltración y evaporación, siendo un parámetro restrictivo los coliformes fecales.

Requerimientos de sistemas de tratamiento:

Se observa una alta tasa de coliformes fecales, los que pueden ser eliminados utilizando un método de desinfección (Cloración).

La superficie de riego proyectada es de 6 ha de alfalfa, regados mediante sistema por aspersión, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$19.800.000

PERFIL N° 3

Región: III
Provincia o Comuna: TIERRA AMARILLA
Nombre de Cuenca: RÍO COPIAPÓ
Nombre de Empresa: AGUAS CHAÑAR (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

El sistema de tratamiento de las aguas servidas se efectúa en base a laguna aireada facultativa, seguida de una laguna facultativa, stripping y desinfección. La planta se ha diseñado para un caudal medio de 31 L s^{-1} . La disposición de los $19,28 \text{ L s}^{-1}$ como efluente se realiza directamente al curso del río Copiapó, no tiene parámetros restrictivos para su utilización en riego, por lo tanto no requiere sistemas de tratamiento adicionales.

La superficie de riego proyectada corresponde al ROL 23-67 considerando 10 ha de vid, regados mediante sistema por goteo, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$28.800.000

PERFIL N°4

Región: III
Provincia o Comuna: TIERRA AMARILLA
Nombre de Cuenca: RÍO COPIAPÓ
Nombre de Empresa: I. MUNICIPALIDAD DE TIERRA AMARILLAS (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

Este sistema corresponde a una planta compacta de tratamiento de aguas servidas, cuyos componentes son estructuras de hormigón armado y componentes mecánicos, pudiendo alcanzar a tratar $362 \text{ m}^3 \text{ día}^{-1}$, lo cual equivale a una población de 2765 personas, en un horizonte de 20 años (hasta el 2019). El sistema de tratamiento cuenta con una cámara de pretratamiento, sistema de aireación a través de 2 equipos sopladores, uno en stand-by, con difusores de burbuja fina, montados en cabezales móviles y con un sistema de aspersores para eliminar espumas, sedimentación con sistemas de acumulación en tolva y de recirculación de lodos, cloración a través de hipoclorito de calcio al 70%, de cloración a través de sulfito de sodio.

El método de disposición de los $4,19 \text{ L s}^{-1}$ como efluente se realiza por infiltración (drenes). Los parámetros restrictivos para esta fuente en particular son: cloruros, coliformes fecales, sulfatos, cobre, cromo, fluoruro, manganeso y molibdeno.

Requerimientos de sistemas de tratamiento:

Se observa una importante salinidad que requiere un proceso de desalinización mediante Osmosis Inversa (OI). El pre-tratamiento debe incluir la eliminación de hierro y manganeso. La contaminación fecal es elevada y puede representar una importante concentración de materia orgánica y un alto valor de SDI (índice de colmatación de las membranas). El tratamiento inicialmente debería basarse en una desinfección del agua, una filtración con eliminación de hierro y manganeso, un pre-tratamiento (ajuste de pH, dosificación de inhibidor de incrustaciones y reducción de cloro) y una etapa de OI. No se descarta que a la vista del análisis completo, se requiera una etapa de ultrafiltración adicional. Sin considerar la etapa de ultrafiltración, se podría considerar un valor estimado alrededor de \$49.973.000.- (valor Euro 768 al 11 de julio de 2009)

La superficie de riego proyectada corresponde al ROL 66-168 considerando 4 ha de vid, regados mediante sistema por goteo, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$64.373.000.

PERFIL N°5

Región: III
Provincia o Comuna: VALLENAR
Nombre de Cuenca: RÍO HUASCO
Nombre de Empresa: AGUAS CHAÑAR (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

La planta ocupa una superficie aproximada de 1,7 há. El sistema de tratamiento consiste en una laguna aireada, una laguna facultativa y una cámara de desinfección final por cloro. La planta de tratamiento debería generar un efluente que cumpla con la Norma CONAMA, D.S. N° 90/2000 en lo que respecta al vertido de efluentes líquidos a cuerpos de agua fluviales con capacidad de dilución. Básicamente, se cumplirá con la tabla N° 1 de la Norma. La disposición de los efluentes es realizada al cauce del río Huasco. El caudal tratado corresponde a $208,9 \text{ L s}^{-1}$, el cual no tiene parámetros restrictivos según la norma pertinente. De lo anterior es importante destacar que este efluente para uso de riego no necesita un tratamiento adicional.

La superficie de riego proyectada corresponde al ROL 834-04 considerando 46 ha de vid, regados mediante sistema por goteo, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$95.100.000

PERFIL N°6

Región: IV
Provincia o Comuna: ALGARROBITO
Nombre de Cuenca: RÍO ELQUI
Nombre de Empresa: AGUAS DEL VALLE (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

El sistema de tratamiento posee una superficie de 0,77 hectáreas. El tratamiento preliminar (retención de sólidos y sedimentos) y secundario (tratamiento biológico de las aguas servidas en base a lodos activados en su versión aireación extendida por alimentación continua -Zanja de Oxidación u otro- o por alimentación discontinua SBR -Secuencial Batch Reactor u otro-, a nivel de planta modular). Dicho sistema depura las aguas servidas de la localidad de Algarrobito, en una cantidad aproximada de $1,1 \text{ L s}^{-1}$. La operación consiste básicamente en la coagulación y eliminación de los sólidos coloidales no sedimentables y la estabilización de la materia orgánica, reduciendo el contenido de las sustancias y elementos contenidos en las aguas servidas a los niveles establecidos en las normas vigentes, de manera de obtener un efluente de calidad apta para riego antes de su disposición final en el cuerpo receptor, que corresponde al río Elqui, el cual no tiene parámetros restrictivos.

La superficie de riego proyectada corresponde al ROL 1004-01 y al 1010-07 considerando 1 ha de palto entre ambas propiedades, regados mediante sistema de microaspersión, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$5.200.000.

PERFIL N° 7

Región: IV
Provincia o Comuna: PERALILLO
Nombre de Cuenca: RÍO ELQUI
Nombre de Empresa: AGUAS DEL VALLE (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

El sistema de tratamiento ocupa una superficie de 1.23 há. El sistema de tratamiento de las aguas servidas es en base a Lodos Activados en su versión por Aireación Extendida por alimentación continua (Zanja de Oxidación u otro) o por alimentación discontinua (Secuencial Batch Reactor u otro), a nivel de planta modular. La disposición de los 4,08 L s⁻¹ tratados se realiza al cauce del río Elqui, el cual no presenta restricciones, por lo tanto no se necesita un tratamiento adicional para su eventual uso en riego.

La superficie de riego proyectada corresponde al ROL 313-02, 313-18 y 314-13 considerando 3,1 ha de vid entre las tres propiedades, regados mediante sistema por goteo, con 2 beneficiarios estimados. El monto total del proyecto asciende a \$10.100.000.

PERFIL N°8

Región: IV
Provincia o Comuna: VICUÑA
Nombre de Cuenca: RÍO ELQUI
Tipo de Fuente: PTAS
Nombre de Empresa: AGUAS DEL VALLE (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

El sistema de tratamiento de aguas servidas para la ciudad de Vicuña es en base a Lagunas aireadas y funciona en la zona desde el año 1992. La disposición de los 19,17 L s⁻¹ de efluentes tratados por la PTAS es realizada al cauce del río Elqui, Los parámetros restrictivos de la PTAS perteneciente a la empresa Aguas del Valle- Vicuña son: DBO5 y fósforo, encontrándose en el límite el parámetro de sólidos suspendidos totales.

Requerimientos de sistemas de tratamiento:

Debido a una alta tasa DBO5 y fósforo, se recomienda utilizar un proceso de Precipitación Química, o bien, un sistema de dilución que asegure la baja de los parámetros restrictivos.

La superficie de riego proyectada corresponde a los ROLES 228-10, 228-11, 228-12, 228-13, 228-14, 228-15 y 228-16, considerando 15 ha de vid, regados mediante sistema por goteo, con 4 beneficiarios estimados. El monto total del proyecto asciende a \$35.500.000.

PERFIL N° 9

Región: IV
Provincia o Comuna: EL PALQUI
Nombre de Cuenca: RÍO LIMARÍ
Nombre de Empresa: AGUAS DEL VALLE (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

El sistema de tratamiento de aguas servidas para la localidad de El Palqui, es en base a Lagunas aireadas y funciona en la zona desde el año 1999. La PTAS genera $9,05 \text{ L s}^{-1}$ de efluentes tratados los cuales son vertidos al Estero Huatulame, con parámetros restrictivos de Fósforo y nitrógeno kjeldahl.

Requerimientos de sistemas de tratamiento:

Se recomienda utilizar un proceso de Precipitación Química.

La superficie de riego proyectada corresponde a los ROLES 270-164 y 270-106, considerando 9 ha de vid entre ambas propiedades, regados mediante sistema por goteo, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$24.500.000.

PERFIL N° 10

Región: IV
Provincia o Comuna: MONTEPATRIA, PERALITO
Nombre de Cuenca: RÍO LIMARI
Nombre de Empresa: AGUAS DEL VALLE (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

Este sistema de tratamiento de aguas servidas cubre la ciudad de Montepatria y el sector Peralito de la IV Región y es en base a lagunas de estabilización funcionando en la zona desde el año 1992. La planta genera efluentes de $6,54 \text{ L s}^{-1}$, los cuales son vertidos al cauce del río Grande, siendo los parámetros restrictivos DBO5, fósforo y nitrógeno kjeldahl.

Requerimientos de sistemas de tratamiento:

Se recomienda utilizar un proceso de Precipitación Química.

La superficie de riego proyectada corresponde al ROL 15-08, considerando 5 ha de vid, regados mediante sistema por goteo, con 2 beneficiarios estimados. El monto total del proyecto asciende a \$18.200.000

PERFIL N°11

Región: IV
Provincia o Comuna: OVALLE - HUAMALATA(572/03)
Nombre de Cuenca: RÍO LIMARI
Nombre de Empresa: AGUAS DEL VALLE (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

El sistema de tratamiento de aguas servidas para la ciudad de Ovalle es en base a laguna aireada y funciona para la comunidad desde el año 1994. Los efluentes son vertidos al río Limarí y corresponden a 150 L s^{-1} sin parámetros restrictivos.

La superficie de riego proyectada corresponde a los ROLES 462-07 y 522-22, considerando 30 ha de palto entre ambas propiedades, regados mediante sistema por microaspersión, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$61.800.000

PERFIL N° 12

Región: IV
Provincia o Comuna: SOTAQUI
Nombre de Cuenca: RÍO LIMARI
Nombre de Empresa: AGUAS DEL VALLE (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

La planta de tratamiento de aguas servidas es en base a lodos activados y sirve a la ciudad de Sotaquí IV Región, desde el año 2002. La planta genera $1,92 \text{ L s}^{-1}$ los cuales son dispuestos en el cauce del río Limarí, con parámetros restrictivos de DBO5, fósforo y nitrógeno total kjeldahl.

Requerimientos de sistemas de tratamiento:

Se recomienda utilizar un proceso de Precipitación Química.

La superficie de riego proyectada corresponde al ROL 682-084, considerando 1,5 ha de palto, regados mediante sistema por microaspersión, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$5.100.000.

PERFIL N° 13

Región: V
Provincia o Comuna: PETORCA
Nombre de Cuenca: RÍO PETORCA
Nombre de Empresa: ESVAL (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

Planta de tratamiento de aguas servidas, compuesta por dos lagunas de estabilización facultativas dispuestas en serie, con capacidad de 12 L s^{-1} . Los efluentes descargados al río Petorca ascienden a $3,5 \text{ L s}^{-1}$, lo cuales tienen como parámetro restrictivo el Fósforo.

Requerimientos de sistemas de tratamiento:

Se recomienda utilizar un proceso de Precipitación Química, sin embargo para la NCh 1333 no es un parámetro restrictivo.

La superficie de riego proyectada corresponde al ROL 138-17, considerando 3 ha de cítricos, regados mediante sistema por goteo, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$10.700.000.

PERFIL N° 14

Región: V
Provincia o Comuna: PETORCA (Localidad de Chicolco)
Nombre de Cuenca: RÍO PETORCA
Tipo de Fuente: PTAS
Nombre de Empresa: ESVAL (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

Planta de tratamiento de aguas servidas, en base a dos lagunas facultativas que tienen un revestimiento de HDPE. La planta además cuenta con cámara de rejas y con una cámara de muestreo de acceso público que se ubicaría junto a la descarga del efluente y a la cual se podría acceder desde la misma planta o bien desde el exterior del recinto, por el costado Sur de río Petorca. La planta genera 6 L s^{-1} de efluentes los que son dispuestos en el río Petorca, sin parámetros restrictivos, por lo tanto no requiere de un sistema de tratamiento adicional para el uso de las aguas en riego.

La superficie de riego proyectada corresponde a los ROLES 122-05, 122-25 y 122-26, considerando 5 ha de cítricos entre las tres propiedades, regados mediante sistema por goteo, con 3 beneficiarios estimados. El monto total del proyecto asciende a \$18.000.000.

PERFIL N° 15

Región: V
Provincia o Comuna: CABILDO
Nombre de Cuenca: RÍO LIGUA
Nombre de Empresa: ESVAL (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

Plantas de Tratamiento, es en base a lagunas de estabilización para la situación de cumplimiento de la NCh 1.333 y luego lagunas aireadas para el cumplimiento del D.S. 90. El diseño se realiza para una población equivalente de 11.049 habitantes equivalentes. El efluente de la planta es descargado en el río Ligua que corresponde a 17,84 L s-1, teniendo como parámetro restrictivo la concentración de fósforo.

Requerimientos de sistemas de tratamiento:

Se recomienda utilizar un proceso de Precipitación Química, sin embargo para la NCh 1333 no es un parámetro restrictivo.

La superficie de riego proyectada corresponde a los ROLES 200-144, 200-143, 200-140 y 200-141, considerando 10 ha de cítricos, regados mediante sistema por goteo, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$22.900.000

PERFIL N° 16

Región: V
Provincia o Comuna: LA LIGUA
Nombre de Cuenca: RÍO LIGUA
Nombre de Empresa: ESVAL (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

La planta de tratamiento de aguas servidas está destinada a la depuración de residuos líquidos del tipo doméstico mediante un proceso de lodos activados modalidad aireación extendida de la localidad de La Ligua. Se emplaza en un área total es de 1,5 ha, de las cuales 1,2 corresponderán a la planta misma. Los efluentes corresponden a 30,20 L s-1 los cuales son dispuestos en el río Ligua, sin parámetros restrictivos de calidad.

La superficie de riego proyectada corresponde a los ROLES 80-2, 70-07 y 80-16, considerando 14 ha en total del cultivo de cítricos con un sistema de riego por goteo, para lo cual se estiman 6 beneficiarios. El monto total del proyecto asciende a \$32.500.000.

PERFIL N°17

Región: V
Provincia o Comuna: CATEMU
Nombre de Cuenca: RÍO ACONCAGUA
Nombre de Empresa: ESVAL (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

Se modela un solo sector de recolección, desde el cual se conducen las aguas servidas a través de un colector que descarga en la PTAS Catemu. La PTAS se modela en base a lagunas aireadas que cumple el D.S.90. Las aguas servidas tratadas que corresponden a $38,23 \text{ L s}^{-1}$ son descargadas en el estero Catemu, sin parámetros restrictivos para su utilización en riego

La superficie de riego proyectada corresponde al ROL 52-72 , considerando 30 ha de clementinas y parronales mediante un sistema tecnificado de goteo, con 2 beneficiarios estimados. El monto total del proyecto asciende a \$65.900.000.

PERFIL N°18

Región: V
Provincia o Comuna: LLAY - LLAY
Nombre de Cuenca: RÍO ACONCAGUA
Nombre de Empresa: ESVAL (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

Se modela un solo sector de recolección que considera una relevación en la red. Desde él se conducen las aguas servidas a través de un colector que descarga en la PTAS Llay Llay. La PTAS se modela en base a lagunas aireada para cumplimiento de la NCh 1.333 y se contempla una modificación a lagunas multicelulares para el cumplimiento del D.S. 90. Finalmente, las aguas servidas tratadas que corresponden a $45,87 \text{ L s}^{-1}$ son descargadas en el estero Los Loros, sin parámetros restrictivos para su eventual uso en riego.

La superficie de riego proyectada corresponde a los ROLES 151-57, 151-58, 151-59, 151-60, 151-61, 151-62, 151-63, 151-64, 151-65 y 151-83, considerando 40 ha del cultivo de naranjos con un sistema de riego por goteo, se estiman 5 beneficiarios. El monto total del proyecto asciende a \$85.500.000.

PERFIL N°19

Región: V
Provincia o Comuna: LOS ANDES
Nombre de Cuenca: RÍO ACONCAGUA
Nombre de Empresa: ESVAL (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

El predio donde se emplaza la planta de tratamiento de aguas servidas, cuenta con una superficie de 5,2 há, se ubica al final del callejón La Tordilla, en el extremo nor-poniente de la ciudad, distante a unos 1.500 m desde la última descarga de aguas servidas en el callejón Laberinto, entre la línea férrea por el Norte, y el canal San Rafael por el Sur. El tratamiento contempla un tratamiento primario, otro biológico, luego desinfección y posteriormente uno de lodos activados. Esta PTAS atiende a la comuna de Los Andes.

La planta genera $138,6 \text{ L s}^{-1}$ de efluente los que son vertidos al río Aconcagua, y no presentan parámetros restrictivos para su utilización en el riego.

La superficie de riego proyectada es de 30 ha del cultivo de naranjos, con un sistema de riego por goteo. Corresponde a los ROL 503-38; 503-39; 503-42; 503-44, con 4 beneficiarios estimados. El monto total del proyecto asciende a \$65.400.000.-

PERFIL N° 20

Región: V
Provincia o Comuna: QUILLOTA, LIMACHE, LA CRUZ , HIJUELAS, ARTIFICIO, NOGALES Y LA CALERA
Nombre de Cuenca: RÍO ACONCAGUA
Nombre de Empresa: ESVAL (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

El Sistema de Aguas Servidas está constituido principalmente por una única Planta de tratamiento (Lodos activados y desinfección), ubicada en Quillota, en ella se tratan las aguas servidas de la misma localidad, Limache y La Calera-Artificio-Hijuelas.

La planta genera $464,7 \text{ L s}^{-1}$ de efluente los que son vertidos al río Aconcagua y no presentan parámetros restrictivos para el riego.

La superficie de riego proyectada es de 65 ha del cultivo de paltos, con un sistema tecnificado de riego por goteo, corresponde a los ROL 329-19; 329-20; 329-15; 329-43, con 4 beneficiarios estimados. El monto total del proyecto asciende a \$161.900.000.-

PERFIL N° 21

Región: V
Provincia o Comuna: SAN ESTEBAN
Nombre de Cuenca: RÍO ACONCAGUA
Nombre de Empresa: ESVAL (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

La planta que atiende a la ciudad de San Esteban, consta con sistemas de tratamiento de aguas servidas de laguna aireada.

La planta genera $7,46 \text{ L s}^{-1}$ de efluentes tratados los que son vertidos al río Aconcagua, presentando como parámetro restrictivo Fosforo (en el límite), por lo que no necesita tratamiento adicional para el uso en riego.

La superficie de riego proyectada es de 7,2 ha de naranjos tecnificada con un sistema de riego por goteo, corresponde a los ROL 120-14; 121-20, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$23.000.000.-

PERFIL N°22 A

Región: V
Provincia o Comuna: SAN FELIPE-ALMENDRAL-CHEPICAL
Nombre de Cuenca: RÍO ACONCAGUA
Nombre de Empresa: ESVAL (PTAS)

Descripción general de la Fuente:

Las localidades de San Felipe recolectan las aguas servidas para luego elevarlas hasta una Planta de Lodos Activados, para su posterior evacuación al Río Aconcagua.

La planta genera $200,5 \text{ L s}^{-1}$ de efluentes tratados, los que serán vertidos al Río Aconcagua y no presentan parámetros restrictivos para el riego.

PERFIL N°22 B

Región: V
Provincia o Comuna: SAN FELIPE
Nombre de Cuenca: RÍO ACONCAGUA
Nombre de Empresa: EMPRESA CONSERVERA PENTZKE S.A. (INDUSTRIAS MANUFACTURERAS)

Descripción general de la Fuente:

La planta de tratamiento está diseñada para tratar el total del agua residual industrial generada por los procesos productivos de sus dos Plantas, cuyo caudal máximo asciende a $20000 \text{ m}^3 \text{ día}^{-1}$ (temporada alta). El caudal tratado (Oxidación biológica, desinfección) máximo por día durante los meses de temporada baja será de alrededor de $9000 \text{ m}^3/\text{día}$. El total del agua tratada, la que cumplirá cabalmente con los parámetros exigidos por el D.S. 90/2000, será descargada hacia el Río Aconcagua.

El caudal disponible para riego es de $54,4 \text{ L s}^{-1}$ el que no cuenta con parámetros restrictivos para su utilización en el riego.

ANTECEDENTES DE LOS BENEFICIARIOS PERFIL N°22 A Y N°22 B

(Esva y Empresa Conservera Pentzke S.A; San Felipe)

La superficie de riego proyectada es de 67 ha de paltos con un sistema tecnificado de goteo, corresponde al ROL 306-6, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$231.300.000.-

PERFIL N° 23

Región: V
Provincia o Comuna: LLAILLAY
Nombre de Cuenca: RÍO ACONCAGUA
Nombre de Empresa: CORN PRODUCTS CHILE (INDUSTRIAS MANUFACTURERAS)

Descripción general de la Fuente:

INDUCORN S.A., en su planta productiva, realiza la molienda húmeda de maíz para la obtención de productos como almidones, jarabes de maíz, productos de nutrición animal etc. Los productos que nuestra empresa produce son usados tanto en el área de alimentos como en el área industrial. Debido a nuestro proceso productivo se generan dos corrientes de efluentes industriales a los que se les aplica un sistema de tratamiento de lodos activados, sedimentación y equalización, las cuales hoy en día están siendo descargadas a un curso de agua superficial que atraviesa nuestra planta (estero Los Loros).

El caudal del efluente generado es de $9,38 \text{ L s}^{-1}$ y presenta parámetros restrictivos para el riego como Coliformes Fecales, DBO5, SST, sulfatos, para lo que se recomienda el siguiente tratamiento.

Requerimientos de sistemas de tratamiento:

Se observa una concentración de sulfatos elevada. La contaminación fecal es elevada y puede representar una importante concentración de materia orgánica. Destaca una gran presencia de sólidos en suspensión que requieren una etapa de decantación previa y filtración. El tratamiento exige una primera etapa de decantación, desinfección y filtración multiestrato. El ión sulfato se podría eliminar por intercambio iónico con ión cloruro, aunque sin conocer la concentración de este último ión, no puede determinarse su viabilidad. También podría eliminarse mediante Osmosis Inversas, aunque la abundante presencia de partículas en suspensión, probablemente requeriría una etapa de ultrafiltración previa. Considerando un tratamiento de eliminación de sulfato por intercambio iónico con ión cloruro, sin valorar el decantador previo, se podría considerar un valor estimado de \$42.284.600.- (valor Euro \$768 11 de julio de 2009)

La superficie de riego proyectada es de 6,4 ha por goteo del cultivo de paltos, corresponde al ROL 998-04, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$67.684.600.-

PERFIL N°24

Región: V
Provincia o Comuna: CALERA
Nombre de Cuenca: RÍO ACONCAGUA
Nombre de Empresa: SOPRAVAL S.A. FAENADORA DE PAVOS (INDUSTRIAS MANUFACTURERAS)

Descripción general de la Fuente:

La Planta faenadora SOPRAVAL, se encuentra destinada a la faenación de pavos. Como consecuencia de esta actividad se generan los siguientes residuos industriales líquidos: Riles generados en el proceso de faenación de pavos y producción de cecinas, Riles provenientes del lavado de pisos del sector de colgado de aves, Riles provenientes del lavado de camiones, Riles provenientes de la condensación de los vahos originados de la producción de harinas de vísceras y decomisos de pavos.

La planta genera un total de $1,4 \text{ L s}^{-1}$ de efluentes tratados (laguna aeróbica y anóxica) los que son vertidos a el estero El Litre y cuenta con parámetros restrictivos de Cloruros.

Requerimientos de sistemas de tratamiento:

Se observa una concentración de cloruros elevada. La contaminación fecal es significativa y puede representar una cierta concentración de materia orgánica. Destaca la presencia de aceites y grasas que representan un inconveniente para utilizar un sistema de OR. El tratamiento más adecuado para la reducción de la concentración de cloruros se basaría en una desalinización parcial mediante OR. La ausencia de datos analíticos impide el diseño del pretratamiento que deberá incluir una desinfección, una filtración multiestrato, un ajuste de pH, dosificación de un inhibidor de incrustaciones y de un reductor. No se descarta que a la vista del análisis completo se requiera una etapa de ultrafiltración adicional. Sin considerar la etapa de ultrafiltración, se podría considerar un valor estimado en \$19.220.300.- (valor Euro \$768 al 11 de julio de 2009)

La superficie de riego proyectada es de 1,1 ha del cultivo de cítricos (naranja), con un sistema de riego tecnificado por goteo, corresponde al ROL 170-130, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$24.220.300.-

PERFIL 25

Región: V
Provincia o Comuna: CASABLANCA
Nombre de Cuenca: COSTERAS ACONCAGUA- MAIPO (SECTOR CASABLANCA)
Tipo de Fuente: PTAS
Nombre de Empresa: ESVAL

Descripción general de la Fuente:

El sistema de aguas servidas consiste en una red de alcantarillado simple, única y conformada por un colector general que cruza toda la localidad, y al cual llegan los colectores secundarios de los diferentes sectores que conforman el sistema. El sistema cuenta con un tratamiento en lagunas de estabilización (Laguna aireada, desinfección) cuyo efluente descarga al estero Casablanca. El diseño obedece a un sistema modular ampliable.

El caudal tratado es de $31,87 \text{ L s}^{-1}$, el que tiene como parámetro restrictivo el Fósforo, para el que se recomienda utilizar un proceso de Precipitación Química

La superficie de riego proyectada es de 25 ha de vides por goteo y corresponde al ROL 152-47, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$60.400.000.-

PERFIL N° 26

Región: V
Provincia o Comuna: CASABLANCA
Nombre de Cuenca: COSTERAS ACONCAGUA- MAIPO (SECTOR CASABLANCA)
Tipo de Fuente: INDUSTRIAS MANUFACTURERAS
Nombre de Empresa: CORPORA TRES MONTES (CASABLANCA)

Descripción general de la Fuente:

Esta planta trata los RILES producidos por la actividad agroindustrial de la empresa Corpora Tres Montes, y consta de tratamiento por laguna facultativa, además de contar con un humedal superficial. Se encuentra emplazada dentro de las dependencias de la empresa en el sector de Casablanca.

La planta genera $1,5 \text{ L s}^{-1}$ de efluentes tratados los que son vertidos al estero Casa Blanca, efluente que no cuentan con parámetros restrictivos, por lo que no necesita un tratamiento adicional para ser utilizada en riego.

La superficie de riego proyectada es de 1 ha de vides, tecnicada con un sistema de riego por goteo, corresponde al ROL 153-185, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$5.100.000.-

PERFIL N° 27

Región: RM
Provincia o Comuna: MELIPILLA
Nombre de Cuenca: SECTOR MAIPO BAJO (TERCERA SECCIÓN)
Tipo de Fuente: PTAS
Nombre de Empresa: AGUAS ANDINAS

Descripción general de la Fuente:

Esta planta de tratamiento de aguas servidas, reemplazó a las dos antiguas PTAS, que ya no están en operación. La nueva PTAS se ubica a 5 km al poniente por la antigua ruta 78, en el terreno de la antigua planta Esmeralda, y trata las aguas del sector de Melipilla, utilizando un sistema de tratamiento de laguna aireada. El caudal tratado y vertido al estero La Línea es de $118,3 \text{ L s}^{-1}$ y no cuenta con parámetros restrictivos.

La superficie de riego proyectada es de 50 ha de vides, tecnificado con un sistema de riego por goteo y corresponde a los ROL 2023-35; 2023-64, con 4 beneficiarios estimados. El monto total del proyecto asciende a \$118.100.000.-

PERFIL N°28

Región: RM
Provincia o Comuna: MELIPILLA
Nombre de Cuenca: SECTOR MAIPO BAJO (TERCERA SECCIÓN)
Tipo de Fuente: AGRICULTURA, CAZA, SILVICULTURA Y PESCA
Nombre de Empresa: AGRICOLA AASA S.A.

Descripción general de la Fuente:

La planta de tratamiento de RILES se ubica en las instalaciones del plantel ya existente, en un predio de 38,77 ha, emplazado en el sector denominado Campesino, en el Valle del Mallarauco, Comuna de Melipilla, Región Metropolitana. El sistema para el tratamiento de los purines consiste en una Planta de Separación de Sólidos, una Laguna Anaeróbica y un Wetland (Pantano de Depuración de Aguas). El Caudal tratado por la fuente es de $0,45 \text{ L s}^{-1}$, la calidad del agua cuenta con todos los parámetros restrictivos para lo que se recomienda el sistema de tratamiento mencionado posteriormente.

Requerimientos de sistemas de tratamiento:

Se observa una concentración de sulfatos elevada. La contaminación fecal es muy elevada y representará una importante concentración de materia orgánica. La presencia de aceites y grasas es muy importante. Destaca una gran presencia de sólidos en suspensión que requieren una etapa de decantación previa y filtración. La concentración de fosfatos puede provocar importantes precipitados de fosfato cálcico según la dureza del agua. El tratamiento exige una primera etapa de decantación, desinfección y filtración multiestrato. El ión sulfato se podría eliminar por intercambio iónico con ión cloruro, aunque sin conocer la concentración de este último ión, no puede determinarse su viabilidad. También podría eliminarse mediante Osmosis Inversa, aunque la abundante presencia de partículas en suspensión así como de aceites y grasas, prácticamente desaconseja esta opción. Considerando un tratamiento de eliminación de sulfato por intercambio iónico con ión cloruro, sin valorar el decantador previo, se podría considerar un valor estimado de \$28.446.000.- (valor Euro \$768.- al 11 de julio de 2009)

La superficie de riego proyectada corresponde al ROL 2026-183 y es de 1 ha de papas y trigo, de riego por goteo, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$32.646.000

PERFIL N° 29

Región: RM y V
Provincia o Comuna: SAN PEDRO
Nombre de Cuenca: ESTERO YALI
Tipo de Fuente: AGRICULTURA, CAZA, SILVICULTURA Y PESCA
Nombre de Empresa: AGRICOLA SUPERPOLLO

Descripción general de la Fuente 1

El agua proviene del plantel avícola empresas Super Pollo, perteneciente al holding AGROSUPER ubicada al sur de Melipilla, sector Longovilo.

Descripción general de la Fuente 2

Para la recarga de acuífero se cuenta con el agua proveniente del estero Las Diucas y con el agua embalsada en invierno por una obra de almacenamiento que se construirá en el mismo predio Rinconada de Longovilo.

Por otro lado el caudal aportado por ambas fuentes y proyectado para riego es de 30 L s^{-1} con parámetros restrictivos como boro, cloruros, sulfatos, fósforo, NTK, aluminio. Para lo que se recomienda utilizar un proceso de Osmosis Inversa.

La superficie de riego proyectada corresponde a 30 hectáreas de Almendros, con un sistema de riego tecnificado por goteo, pertenecientes al ROL 17-55, con 1 beneficiario estimado. El monto total del proyecto asciende a \$70.600.000.-

PERFIL N° 30

Región: IV
Provincia o Comuna: OVALLE- PEÑA BLANCA
Nombre de Cuenca: NO CORESPONDE
Tipo de Fuente: ATRAPA NIEBLAS
Nombre de Empresa: NO CORRESPONDE

Descripción general de la Fuente (operacionales, ambientales y sociales)

El proyecto consiste en atrapar las masas de aire cálido que se elevan por la ladera y se combinan con la humedad existente formando las nubes. Nubes que serán captadas por estructura construidas de madera y malla Raschell, en conjunto de una canaleta que recolecta el agua. Se ubicará en cerro blanco de la localidad de Peñablanca, la que abastecerá a la comunidad Agrícola de Peñablanca. El volumen de agua recolectada corresponde a 2800 L día^{-1} los que serán utilizados para riego, sin la necesidad de hacer un tratamiento previo.

El Proyecto consiste en la construcción de 10 atrapanieblas de un largo de 12m y un alto de 3,6 metros, con un volumen de captación de 7 L m^{-2} , para lo que sea proyectado una superficie de 280 m^2 (tasa de evaporación de referencia 10 mm día^{-1})

En cuanto al ROL de la propiedad no se tiene información por ser una comunidad, y cuenta con 6 beneficiarios estimados. Se considera el riego de dos invernaderos con cultivo de flores y tomates. El monto total del proyecto asciende a \$21.200.000.-

5 Priorización de los perfiles de proyectos de aprovechamiento de fuentes de agua no convencionales

El Consultor, basado en todos los antecedentes recolectados durante el transcurso del estudio, catastro y construcción de perfiles de proyecto, realizó una priorización de los perfiles, para seleccionar las cuatro FNC a las cuales se les realizaría los pre-diseños de riego que se detallan en el Capítulo VI. Los criterios cuantificables considerados para la calificación y priorización de los perfiles de proyectos son:

- Número de Beneficiarios
- Beneficio social de la inversión
- Interés del beneficiario.
- Interés de la Fuente
- Costo del proyecto por hectárea
- Financiamiento Estatal
- Factores Ambientales
- Nivel de tecnificación
- Eficiencia de Riego del proyecto
- Factibilidad Técnica

A cada criterio considerado se le asigna un puntaje según su importancia dentro del estudio, ya que dentro de la priorización, también se debe jerarquizar por las exigencias de los perfiles, por ejemplo: un perfil con restricciones en la calidad de agua no puede tener el mismo puntaje que otro que tenga calidad de riego. Es importante destacar que dentro de la jerarquización de los criterios, un punto relevante es el beneficio social de la inversión el cual tiene un puntaje mayor que los otros criterios. A continuación se describen los criterios y los puntajes asignados:

Número de beneficiarios. El número de beneficiarios con cada proyecto, ya sea de nuevo riego o de incremento de superficie con alta seguridad de abastecimiento, constituye un beneficio zonal de tipo social. El puntaje más alto se le asigna al perfil con mayor número de beneficiarios detectados y el puntaje más bajo se le asigna al perfil con menor número de beneficiarios. Los perfiles con números intermedios de beneficiarios, tendrán un puntaje que varía linealmente entre los dos valores extremos.

El puntaje máximo que se puede obtener en este ítem es de 5 y el mínimo de 0 puntos. En el caso particular de las Fichas N°30 y N°16, se tienen 6 beneficiarios, lo que según la valorización asignada es de 5 puntos, ya que es el número máximo de beneficiarios con respecto a las otras fichas. Por otro lado, los Perfiles que tienen sólo un beneficiario se le asignó una puntuación de 0, ya que es el mínimo número de beneficiarios posibles por perfil.

Beneficio Social de la Inversión. El máximo puntaje en este ítem es de 10 y el mínimo de 0 puntos. El impulso a la actividad agrícola mediante un proyecto, genera un incremento dinámico en la economía local al involucrar directa o indirectamente a la mano de obra y otras actividades. Por lo tanto, en este criterio el puntaje máximo es asignado a los perfiles compuestos por agricultores y/o comunidades mayormente compuestas por pequeños propietarios o con perfil campesino. Por otro lado los perfiles que benefician a empresas consolidadas tendrán un puntaje menor.

Interés del Beneficiario. Inicialmente se hizo una campaña para determinar e identificar los beneficiarios de cada Perfil, posterior a ello se solicitó a cada uno de los involucrados (beneficiarios) de los 30 perfiles seleccionados, manifestar por escrito (correo electrónico) o vía telefónica, su interés en participar en el estudio. El puntaje máximo en este criterio es de 5 puntos y corresponde a los beneficiarios que hicieron llegar su carta de interés, por otro lado si el beneficiario identificado en el perfil no hizo llegar formalmente su carta de interés o bien en las entrevistas de terreno o telefónicas no se interesaron, obtuvieron el puntaje menor que es de

0 puntos. Cabe mencionar que las manifestaciones de interés vía telefónica obtienen un puntaje medio.

Interés de la Fuente. Se contactaron las fuentes identificadas en el catastro en visitas a terreno, realizadas al inicio del estudio, posteriormente, se les envió cartas formales de presentación con el objeto de solicitar su participación en el diagnóstico, además, se sostuvieron conversaciones telefónicas con las fuentes para establecer su interés. El puntaje máximo en este criterio es de 5 puntos y corresponde a las fuentes que formalmente aceptaron participar en la formulación de los pre-diseños de riego, el puntaje mínimo es de 0 puntos y corresponde a las fuentes que no manifestaron su interés vía carta, teléfono o mail.

Costo de Proyecto por Hectárea. En cada perfil se confeccionó un presupuesto preliminar del proyecto, considerando aducción, sistema de riego, bombeo, sistema de tratamiento, acumulación, entre otros; asociado a la superficie proyectada. El puntaje mayor en este criterio es de 5 puntos y corresponde al menor costo de inversión por hectárea, y el puntaje mínimo es de 0 puntos asociado al mayor costo de inversión por hectárea.

Financiamiento Estatal. Todos los pre-diseños de riego para cada perfil pueden optar a financiamiento estatal, sean estos: subsidios, créditos, bonos, etc. Por lo tanto, dentro de este criterio no existe diferenciación entre los perfiles, ya que todos reúnen los requisitos para postular a incentivos gubernamentales, es por esto, que la puntuación general es de 5 puntos.

Factores Ambientales. Los perfiles por alguna razón generan impacto ambiental, sin embargo, los aspectos positivos son muy superiores y más destacables que los aspectos negativos, los cuales resultan compensados por los beneficios productivos y sociales que introducen los proyectos. Por ende, la puntuación

máxima en este ítem es de 10 puntos, justificado con el beneficio que conlleva la utilización de fuentes de agua no convencionales.

Nivel de tecnificación. Se propone un sistema de riego (conducción, aplicación, acumulación, bombeo) y un sistema de tratamiento en los casos que lo ameriten para cada uno de los perfiles del estudio, por lo tanto, en este criterio el nivel de tecnificación es el mejor para cada una de los diferentes escenarios. Es por ello que la puntuación es máxima para todos los perfiles, alcanzando 5 puntos.

Eficiencia de Riego del Proyecto. Se evalúa el beneficio económico del agua y el manejo eficiente del recurso hídrico mediante la implementación de nuevas técnicas de riego, que se desprende del nivel de tecnificación. Es por lo anterior, que se le adjudica una puntuación máxima a todos los perfiles de 5 puntos. Si bien los perfiles en algunos casos no pueden ser comparados por la envergadura de cada uno de ellos, es importante destacar que todos sin excepción incluyen un uso eficiente mediante conducción y aplicación del recurso hídrico.

Factibilidad Técnica. La factibilidad técnica es asociada a la posibilidad de que el proyecto pueda o no ser ejecutado. Se consideran las ventajas y desventajas de cada perfil, siendo factores importantes para la puntuación la diferencia de cota (necesidad de bombeo), calidad de agua (incrementa los costos del proyecto por tratamiento), sistema de conducción (mayores longitudes generan pérdida de eficiencia), incremento de la seguridad de riego de los cultivos de alta rentabilidad, ahorro en la mantención de la infraestructura de riego, entre otros. La puntuación máxima es de 5 puntos y es asignada a los perfiles que cumplen favorablemente los aspectos técnicos citados anteriormente, por otro lado el puntaje mínimo es de 0 puntos el que es asignado al perfil más desfavorable.

Los resultados obtenidos en la aplicación de estos criterios para la priorización de los perfiles de proyectos de riego, se presentan en el Cuadro 32, según su prioridad para ser considerados para la formulación de los pre-diseños de proyectos. Los valores considerados en cada criterio para los perfiles de proyectos, se presentan en el Apéndice 7.

Cuadro 32. Resultados de priorización de perfiles de proyecto.

N° PERFIL	REGIÓN	NOMBRE CUENCA	TIPO DE FUENTE	EMPRESA	LOCALIDAD	PUNTAJE TOTAL
27	RM	SECTOR MAIPO BAJO (TERCERA SECCIÓN)	PTAS	AGUAS ANDINAS	MELIPILLA	55,7
30	IV	PEÑABLANCA	ATRAPANIEBLA	ATRAPANIEBLA	OVALLE	55,0
29	RM	ESTERO YALI	AGRICULTURA, CAZA, SILVICULTURA Y PESCA	AGRICOLA SUPER S.A.	SAN PEDRO	53,2
17	V	RÍO ACONCAGUA	PTAS	ESVAL	CATEMU	51,2
16	V	RÍO LIGUA	PTAS	ESVAL	LA LIGUA	50,0
20	V	RÍO ACONCAGUA	PTAS	ESVAL	QUILLOTA, LIMACHE, LA CRUZ, HIJUELAS, ARTIFICIO, NOGALES Y LA CALERA	48,8
1	I	POZO ALMONTE (NUEVO SECTOR EN EVALUACIÓN)	PTAS	AGUAS DEL ALTIPLANO	POZO ALMONTE	47,6
22	V	RÍO ACONCAGUA	PTAS Y AGROINDUSTRIA	ESVAL Y CONSERVERA PENTZKE	SAN FELIPE-ALMENDRAL-CHEPICAL	47,6
11	IV	RÍO LIMARÍ	PTAS	AGUAS DEL VALLE	OVALLE - HUAMALATA(572/03)	47,2
19	V	RÍO ACONCAGUA	PTAS	ESVAL	LOS ANDES	46,7
18	V	RÍO ACONCAGUA	PTAS	ESVAL	LLAY - LLAY	46,0
24	V	RÍO ACONCAGUA	INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	SOPRAVAL S.A. (FAENADORA DE PAVOS)	CALERA	45,9
28	RM	SECTOR MAIPO BAJO (TERCERA SECCIÓN)	AGRICULTURA, CAZA, SILVICULTURA Y PESCA	AGRICOLA AASA S.A.	MELIPILLA	45,9
25	V	COSTERAS ACONCAGUA-MAIPO (SECTOR CASABLANCA)	PTAS	ESVAL	CASABLANCA	45,9
15	V	RÍO LIGUA	PTAS	ESVAL	CABILDO	45,7
5	III	RÍO HUASCO	PTAS	AGUAS CHAÑAR	VALLENAR	45,4
2	II	SECTOR DE SAN PEDRO DE ATACAMA	PTAS	COMITÉ DE AGUA POTABLE RURAL DE SAN PEDRO DE ATACAMA	SAN PEDRO DE ATACAMA	44,4
3	III	RÍO COPIAPÓ	PTAS	AGUAS CHAÑAR	TIERRA AMARILLA	43,7
4	III	RÍO COPIAPÓ	PTAS	I. MUNICIPALIDAD DE TIERRA AMARILLAS	TIERRA AMARILLA	43,2
8	IV	RÍO ELQUI	PTAS	AGUAS DEL VALLE	VICUÑA	42,1
23	V	RÍO ACONCAGUA	INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	CORN PRODUCTS CHILE	LLAILLAY	41,4
14	V	RÍO PETORCA	PTAS	ESVAL	CHINCOLCO	41,4
26	V	COSTERAS ACONCAGUA-MAIPO (SECTOR CASABLANCA)	INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	CORPORA TRES MONTES (CASABLANCA)	CASABLANCA	40,6
6	IV	RÍO ELQUI	PTAS	AGUAS DEL VALLE	ALGARROBITO	40,1
7	IV	RÍO ELQUI	PTAS	AGUAS DEL VALLE	PERALILLO	39,2
9	IV	RÍO LIMARÍ	PTAS	AGUAS DEL VALLE	EL PALQUI	38,7
21	V	RÍO ACONCAGUA	PTAS	ESVAL	SAN ESTEBAN	38,6
13	V	RÍO PETORCA	PTAS	ESVAL	PETORCA	38,2
12	IV	RÍO LIMARÍ	PTAS	AGUAS DEL VALLE	SOTAQUI	38,1
10	IV	RÍO LIMARÍ	PTAS	AGUAS DEL VALLE	MONTEPATRIA, PERALITO	37,4

CAPITULO VI: PREDISEÑO DE PROYECTOS PRIORIZADOS DE APROVECHAMIENTO DE FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES.

1 Introducción

El Consultor, con la aprobación de la CNR, seleccionó cuatro perfiles de proyecto entre los 30 presentados en el Capítulo V, considerando diferentes alternativas de fuentes y estar ubicadas en distintos lugares geográficos, con el fin de evaluar variadas realidades climáticas y de uso del agua.

Los cuatro perfiles seleccionados corresponden a: I) Utilización de aguas servidas tratadas de la empresa Agrícola Súper y Recarga de acuífero, Sector de Longovilo, RM (Cuenca Estero Yali); II) Utilización de Atrapanieblas para el riego en invernadero, en la localidad de Peña Blanca, IV región; III) Utilización de aguas servidas tratadas de la empresa ESVAL, en la localidad de Catemu, V Región (Cuenca Río Aconcagua); IV) Utilización de aguas servidas tratadas de la empresa Aguas ANDINAS, en la Comuna de Melipilla, RM (Tercera sección del Río Maipo).

Para estos cuatro perfiles, se realizan pre-diseños de proyectos, considerando aspectos técnicos, legales, económicos y ambientales.

2 Uso de aguas servidas tratadas de la empresa Agrícola Súper y Recarga de acuífero (Cuenca Estero Yali).

2.1 Descripción básica del proyecto

A continuación se presenta un resumen del proyecto “Uso de fuentes de agua no convencional en el Fundo Rinconada de Longovilo, Valle del Yali, Región Metropolitana, Chile”, perteneciente al estudio “Diagnóstico de fuentes de agua no convencional en el regadío inter-regional”, que actualmente está realizando el departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción, y encargado por la Comisión Nacional de Riego. (En Apéndice 8 se muestra en detalle todo lo relevante al pre-diseño del proyecto).

El estudio se realizó en el Fundo Rinconada de Longovilo, ubicado a 33.9033° Latitud Sur y 71.3519° Longitud Sur, en el sector hidrogeológico Las Diucas de la cuenca del estero Yali, Región Metropolitana de Chile. El área de estudio corresponde a 1958,2 hectáreas (Figura 83).



Figura 83. Fundo Rinconada de Longovilo.

El Proyecto, contempla el uso de dos tipos de fuentes de agua no convencional en el regadío para aumentar la seguridad de riego del fundo. Las fuentes de agua no convencional que se consideraron: (1) Uso de aguas residuales tratadas perteneciente a la empresa AGROSUPER (plantel avícola perteneciente a la empresa); y (2) Recarga artificial de acuíferos (provenientes del Estero Las Diucas).

El Fundo Rinconada de Longovilo se encuentra con un déficit hídrico acumulado equivalente a 80.015 m^3 , lo cual significa una pérdida de seguridad de riego para 30,87 ha para cada temporada de riego. Expresando el déficit hídrico en caudal volumétrico, se determinó que durante la temporada de riego se debería contar con $30,87 \text{ L s}^{-1}$ extras a los ya disponibles en el Fundo Rinconada de Longovilo para suplir los requerimientos hídricos de los frutales.

De acuerdo a las disposiciones de la empresa AGROSUPER, el caudal disponible a utilizar para el proyecto correspondió a 10 L s^{-1} , mientras que para recargar el acuífero, el caudal se determinó en función de los derechos de agua que el fundo posee sobre el estero Las Diucas, equivalente a 20 L s^{-1} . Así, se obtuvo un caudal potencial de 30 L s^{-1} . Tomando en cuenta que el agua recargada al acuífero (20 L s^{-1}) no puede ser extraída en su totalidad, se aplicó un criterio de eficiencia de recarga equivalente a un 80% del caudal infiltrado, con lo cual, se obtuvo un caudal real de 26 L s^{-1} , permitiendo así suplir el déficit hídrico actualmente existente.

En consecuencia, mediante el uso combinado de las dos fuentes de agua no convencional, se pretende aumentar la seguridad de riego del Fundo Rinconada de Longovilo en 30,87 ha.

El proyecto contempló tanto el diseño como la evaluación técnica, económica y legal de:

- Un sistema de impulsión de aguas residuales desde las dependencias de la empresa AGROSUPER, sector 14 los Culenes, hasta el Fundo Rinconada de Longovilo, ambos ubicados en Valle del Yali, Región Metropolitana, Chile.

- Un tranque de almacenamiento en el Fundo Rinconada de Longovilo revestido con geomembrana, para las aguas residuales provenientes de la empresa AGROSUPER.
- Un sistema de dilución de las aguas residuales que permita estandarizarla como agua para riego agrícola, bajo los límites recomendados y exigidos por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), permitiendo así utilizarlas para regar los frutales del Fundo Rinconada de Longovilo sin perjuicio del medio ambiente y a terceros.
- Un sistema subterráneo de recarga artificial de acuíferos en el Fundo Rinconada de Longovilo, que utilice las aguas del estero Las Diucas durante los meses de no riego.

AGROSUPER desde el año 2000, ha implementado tecnologías de última generación para el tratamiento de purines de cerdo en varias de sus instalaciones, sustentando el compromiso medioambiental entre la empresa, población y ecosistema.

El actual plan de manejo de purines de cerdos, se sustenta en la operación de un sistema de tratamiento basado en la tecnología de Lodos Activados que sirve a los Grupos de Reproductoras de cerdo.

El tratamiento de efluentes porcinos, presenta varias ventajas respecto de los sistemas de lagunas anaeróbicas, destacándose que el sistema produce una reducción significativa de las emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero, y que el sistema no presenta olores asociados tradicionalmente al tratamiento de efluentes porcinos. Lo anterior se sustenta en que la estabilización de la materia orgánica se desarrolla de forma aeróbica. Sin embargo, la ventaja significativa radica en la mayor eficiencia en los niveles de reducción de contaminantes, tanto del efluente como atmosféricos.

Finalmente, en la declaración de impacto ambiental de la empresa, se expone que los efluentes una vez tratados serán utilizados en el riego de 2 predios vecinos, siendo diluidos previamente con agua, a una tasa de al menos 50%. Se

excluyen los cultivos de hortalizas que crezcan a ras de suelo y que se consuman sin cocción previa.

2.2 Descripción de obras.

Se consideran las siguientes obras a realizar para el pre-diseño de riego, los detalles de diseño son mostrados en Apéndice 8.

- Sistema de impulsión de aguas residuales.
- Tranque de acumulación.
- Sistema de dilución de aguas residuales.
- Recarga artificial de acuífero Estero Las Diucas.

2.3 Planos

En CD (Planos de proyecto) adjunto al Apéndice 8, se presentan los siguientes planos del proyecto:

- Plano de ubicación del proyecto.
- Plano de tranque de acumulación.
- Plano de obras general.
- Perfiles Longitudinales

2.4 Análisis preliminar de expropiaciones y/o servidumbres

En Apéndice 8 se presenta la información correspondiente a este punto.

2.5 Presupuestos

A continuación en los Cuadros 33 y 34, se presentan los presupuestos de inversión para las diferentes obras hidráulicas contempladas en el presente proyecto.

Cuadro 33: Presupuestos considerados en el sistema de impulsión de aguas tratadas.

Sistema impulsión de guas tratadas	Monto Inversión (\$)
Sistema de Impulsión de Aguas Residuales	\$ 17.395.499
Tranque de Almacenamiento	\$ 1.680.000
Red Hidráulica desde Tranque - Sistema Riego	\$ 2.515.341
Maquinaria	\$ 1.000.000
Bomba 22 HP	\$ 1.000.000
Total Inversiones	\$ 23.590.840

Cuadro 34: Presupuestos considerados en el sistema de recarga artificial.

Sistema Recarga Artificial	Monto Inversion (\$)
Sistema Monitoreo	\$ 23.000.000
Red Hidráulica de Recarga	\$ 15.528.197
Sistema de Filtraje	\$ 1.500.000
Pozo Inyección	\$ 20.000.000
Total Inversiones	\$ 60.028.197

2.6 Evaluación técnica del proyecto con otras FC

Estudios previos, han determinado que la sustentabilidad de los acuíferos presentes en la cuenca del Valle del Yali, está en continua disminución, determinando así, una escasez del recurso hídrico subterráneo.

En la zona agroecológica donde se ubica el Fundo Rinconada de Longovilo, no es posible acceder a nuevos derechos de aprovechamiento de agua, ya sean superficiales o subterráneos, por lo que técnicamente, el proyecto para que sea rentable debe considerar necesariamente la utilización de fuentes de agua no convencional para suplir el déficit hídrico y aumentar la seguridad de riego del fundo.

El Cuadro 35 expone la disponibilidad de aguas subterráneas en el valle del estero Yali al año 2005, en función de lo expuesto por el estudio “Determinación de la disponibilidad de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en la cuenca del estero Yali hasta sector el prado Región Metropolitana”, (DGA, 2005), para cada uno de los sectores hidrogeológicos.

La disponibilidad se encuentra expresada en términos de la explotación neta previsible de los usos de agua subterránea, indicando además, el estado final de cada sector. Si el estado final es abierto, es un indicador de que después de avanzar hasta el caudal establecido, el sector podría satisfacer una demanda mayor, pero queda sujeta a una posterior evaluación.

En contraste, si el sector se encuentra cerrado, es un indicador de que el sector acuífero, luego de entregar toda su oferta, no podrá satisfacer futuras demandas.

Cuadro 35: Disponibilidad de aguas subterráneas de los sectores acuíferos del estero Yali, hasta sector El Prado.

Sector	Explotación previsible ($m^3 s^{-1}$)	Estado final
Yali Alto	548.4	Cerrado
San Vicente	265.07	Abierto
Las Diucas	211.48	Abierto
Yali Medio	164.88	Abierto
San Pedro	4.29	Abierto
Estero Loica	301.1	Abierto

En el estudio “Evaluación de la explotación máxima sustentable del acuífero del Yali, actualización modelación hidrogeológica del estero Yali”, (GeoHidrología Consultores Limitada-DGA, 2008), expusieron que el estado final de todos los acuíferos debía ser cerrado, sobre la base de los criterios incluidos en la declaración de área de restricción de la resolución 425 de 2007 de la Dirección General de Aguas.

El Cuadro 36 expone límites máximos por sector hasta donde es posible avanzar en la constitución de derechos de agua subterránea.

Cuadro 36: Valores de cierre para el acuífero del estero Yali.

Sector	Oferta sustentable ($Lt \cdot s^{-1}$)	Estado final
Yali Alto	548.40	Cerrado
San Vicente	147.80	Cerrado
Yali Medio	181.80	Cerrado
San Pedro	20.72	Cerrado
Las Diucas	382.36	Cerrado

Por lo tanto, expuestos los resultados de los estudios ya mencionados, es posible concluir que **no es posible avanzar en la constitución de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas**, en carácter de definitivos, sin

producir perjuicios a derechos de terceros en los sectores hidrogeológicos de la cuenca del estero Yali.

Una gestión óptima del agua disponible, ya sea superficial o subterránea, tomando en cuenta su calidad y cantidad, es una necesidad urgente debido al aumento de la demanda por este recurso, su limitado acceso, variaciones en los niveles de los acuíferos y salinización de suelos, producto de una inadecuada administración del recurso hídrico.

Así, una gestión eficiente del agua es un punto crítico a considerar para su adecuada operación y administración, especialmente en zonas áridas y semiáridas, como en la cuenca del estero Yali, que presenta grandes conflictos de disponibilidad del recurso hídrico y sustentabilidad de los acuíferos.

Es por eso que se requiere progresar en la aplicación de sistemas integrales de gestión del recurso hídrico, y así como también en el desarrollo de metodologías adecuadas que aumenten la disponibilidad de agua para riego a nivel predial para el progreso y evolución del sector agropecuario de Chile; como lo que se abarcó en el presente proyecto permitiendo aumentar la seguridad de riego en un sistema agrícola declarado como zona de restricción.

2.7 Evaluación económica

Para efectos del flujo y determinación de la rentabilidad del presente proyecto, se consideraron las inversiones en plantaciones previamente existentes en el predio, consistente en 121,2 ha de frutales. La justificación para esto radica en que la implementación de las obras de riego, pretenden beneficiar directamente a la producción de dichas plantaciones.

Se calcularon los ingresos operacionales del flujo en base a los datos entregados por el fundo en cuanto a las curvas de producción, datos que permitieron determinar la producción máxima estimada. Los ingresos, se calcularon relacionando la producción estimada total, con el precio de venta estimado de \$990 por kilo (Precio referencial a Junio 2009; IPC: 0.3%; UTM: \$36.792). Se consideró el mismo precio para la comercialización de almendras y nueces.

En cuanto las producciones de almendras y nueces estimadas por el Fundo Rinconada de Longovilo, se consideró lo expuesto en la Figura 84.

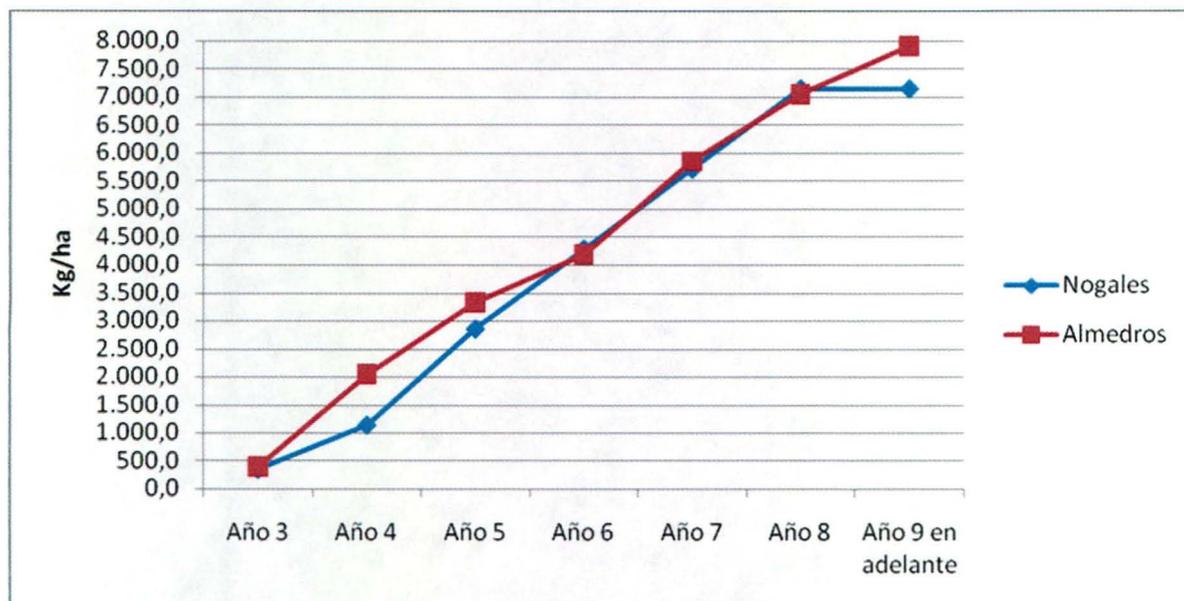


Figura 84: Curvas de producción estimadas para nogales y almendros en el Fundo Rinconada de Longovilo.

Los costos operacionales de los cultivos se calcularon en base a los datos entregados por el beneficiario. Tanto para el caso de los costos operacionales relacionados al cultivo, como así también para el manejo, reposición y mantención de las obras hidráulicas asociadas al presente proyecto.

La evaluación se estimó en un horizonte de 30 años, considerando capital propio para las todas las inversiones presentes y futuras, sin compromiso de financiamiento externo.

El escenario actual supone un déficit hídrico máximo acumulado de 30 L s^{-1} durante los meses de Enero a Marzo. Lo que para efectos económicos se traduciría en un equivalente a 28,2 ha menos de riego. Los escenarios de sensibilización de rentabilidad se modelaron tomando esta variable para determinar la disminución de rentabilidad que implicaría este déficit hídrico en la producción de los cultivos en cuestión.

Al evaluar la rentabilidad global del Fundo Rinconada de Longovilo, se obtuvo que las plantaciones de nogales y almendros, a un horizonte de 30 años de evaluación, entregarías valores positivos de rentabilidad, puesto que el VAN y TIR fueron, de \$3.686.121.198 y 46,62% respectivamente.

Al analizar la **rentabilidad que se genera únicamente con las 30 ha y el uso de fuentes de agua no convencional** en el Fundo Rinconada de Longovilo, se determinó que el proyecto generaría condiciones rentables sustentando la factibilidad de éste. Los **indicadores de rentabilidad calculados** fueron los siguientes:

$$\text{TIR} = 11,87\%$$

$$\text{VAN} = \$ 938.866.018$$

2.8 Evaluación ambiental

Para la identificación de los impactos ambientales que se generarían por el proyecto, se utilizó la metodología de Matriz de Leopold. Esta metodología, permite identificar los distintos impactos que se generan en cada una de las etapas del proyecto sobre los diferentes receptores ambientales.

A partir de esta matriz, se pudo definir la pertinencia de ingreso del proyecto al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en forma de una Declaración de Impacto Ambiental.

Los criterios que se consideran, están contenidos en el artículo 11 de la ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, así como los criterios señalados en el Título II del Reglamento del SEIA.

En el Cuadro 37 se presenta la matriz de Leopold, en la cual se indica la magnitud y persistencia de los impactos (ej. Magnitud/Persistencia). Para el caso de la magnitud, se consideran tres niveles (1 = bajo, 2 = medio, 3= alto), los cuales pueden ser impactos positivos (+) o negativos (-). La persistencia de estos impactos es considerada en tres niveles: (1) cuando la persistencia del impacto se limita al tiempo de la actividad, (2) cuando la persistencia del impacto es mayor al

tiempo de la actividad y menor al tiempo total de ejecución del proyecto, (3) cuando la persistencia del impacto es mayor al tiempo de ejecución del proyecto.

De la Matriz de Leopold, en la cual se consideran los criterios indicados por la Ley y el reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en los cuales se establece la pertinencia de realizar un Estudio de Impacto Ambiental, se puede concluir que los Proyectos “ Riego agrícola con RILes de agroindustria” y “Recarga de acuífero” en la Comuna de San Pedro, no generarán o presentarán ninguno de los efectos, características o circunstancias contempladas en el Artículo 11 de la Ley N°19.300 ni en los artículos procedentes del Reglamento del SEIA que amerite la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental. Por lo tanto, resulta plenamente procedente el ingreso al SEIA a través de una Declaración de Impacto Ambiental, bajo la forma de una declaración jurada, en la cual se expresa que los proyectos cumplen con la legislación ambiental vigente.

El plan de prevención de riesgos y de contingencias se presenta en Apéndice 8.

Cuadro 37: Matriz de Leopold para proyecto Yali.

Proyecto	Actividad	Aspecto	Receptor ambiental donde afecta el impacto						
			(Magnitud / Persistencia)						
			Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Comunidad
Riego con RILes de agroindustria	Planificación y definición del área del proyecto	Expropiación							
		Servidumbres							
	Instalación de faenas	Despeje de área de instalación	-2 / 1			-2 / 3	-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
		Preparación de terreno	-2 / 1		-2 / 1	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-1 / 1
		Construcción de oficinas y bodega	-2 / 1		-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-2 / 2	-1 / 1
		Uso de áreas de servicio (comedores y baños)	-1 / 2					-1 / 2	-1 / 1
		Uso de maquinaria menor	-2 / 1		-1 / 1		-2 / 1	-1 / 1	-1 / 1
		Manejo de residuos generales	-1 / 1				-1 / 1	-1 / 2	-1 / 1
	Administración de personal	Trasporte de personal	-1 / 2				-1 / 2		+2 / 2
		Uso de equipos de seguridad						-1 / 2	+1 / 2
		Roce y despeje de la faja	-2 / 1		-2 / 1	-2 / 3	-2 / 2	-2 / 3	-1 / 1
	Construcción de aducción	Trafico de maquinaria	-2 / 1		-2 / 2		-2 / 1	-2 / 1	-1 / 1
		Trazado y excavaciones	-2 / 1		-2 / 2	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
		Cruce de matriz bajo camino rural	-2 / 1		-2 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-2 / 2	-1 / 1
		Instalación de equipos, tuberías y componentes.	-2 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-2 / 1	-1 / 1
		Relleno de excavaciones	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-1 / 1
		Roce y despeje de terreno	-2 / 1		-2 / 1	-2 / 3	-2 / 3	-2 / 3	-1 / 1
	Construcción de obra de acumulación y sistema de tratamiento	Trafico de maquinaria	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-1 / 1
		Trazado y excavaciones	-2 / 1		-2 / 2	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
		Instalación de estructuras, tuberías y componentes.	-2 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-2 / 1	-1 / 1
		Relleno de excavaciones	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
		Roce y despeje de terreno	-2 / 1		-2 / 1	-2 / 3	-2 / 2	-2 / 3	-1 / 1
	Construcción de sistema de riego	Trafico de maquinaria	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-1 / 1
		Trazado y excavaciones	-2 / 1		-2 / 2	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
		Instalación de equipos, tuberías y componentes.	-2 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-2 / 1	-1 / 1
		Relleno de excavaciones	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
		Roce y despeje de terreno	-2 / 1		-2 / 1	-2 / 3	-2 / 2	-2 / 3	-1 / 1
	Operación del sistema	Riego con mezcla de agua	-1 / 3	-1 / 3	+2 / 3	+1 / 3	-1 / 3	+1 / 3	-1 / 3
Mantenimiento y operación del sistema		-1 / 2	-1 / 3	+1 / 3	+1 / 3	+1 / 3	+1 / 3	-1 / 3	
Recarga de Acuífero	Planificación y definición del área del proyecto	Expropiación							
		Servidumbres							
	Instalación de faenas	Despeje de área de instalación	-2 / 1			-2 / 3	-2 / 1	-2 / 2	
		Preparación de terreno	-2 / 1		-2 / 1	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 1	
		Uso de áreas de servicio (comedores y baños)	-1 / 2					-1 / 2	
		Uso de maquinaria menor	-2 / 1		-1 / 1		-2 / 1	-1 / 1	
		Manejo de residuos generales	-1 / 1				-1 / 1	-1 / 2	
		Trasporte de personal	-1 / 2				-1 / 2		+2 / 2
	Administración de personal	Uso de equipos de seguridad						-1 / 2	+1 / 2
		Roce y despeje de la faja	-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	
		Trafico de maquinaria	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-1 / 1
	Construcción de aducción	Trazado y excavaciones	-2 / 1		-2 / 2	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 2	
		Instalación de tuberías y componentes.	-2 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-2 / 1	
		Relleno de excavaciones	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 2	
		Roce y despeje de terreno	-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	
	Construcción de decantador	Trafico de maquinaria	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-1 / 1
		Trazado y excavaciones	-2 / 1		-2 / 2	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 2	
		Construcción de estructuras y componentes.	-2 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-2 / 1	
		Relleno de excavaciones	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 2	
		Roce y despeje de terreno	-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	
	Construcción de pozos de recarga y monitoreo	Trafico de maquinaria	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-1 / 1
		Trazado y perforaciones	-2 / 1	-1 / 1	-2 / 2	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 2	
		Instalación de equipos de filtrado, tuberías y componentes.	-1 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-2 / 1	
	Operación del sistema	Recarga de agua al acuífero		+1 / 2	+1 / 2				
		Mantenimiento y operación del sistema		+1 / 2	+1 / 2				

2.9 Evaluación legal

En relación a este caso se distinguen dos situaciones. Por un lado se observa a la empresa AGRICOLA SUPER, que en atención a sus derechos sobre el derrame podrá celebrar todo tipo de actos jurídicos con el agricultor y por otra parte se encuentra el beneficiario AGRICOLA Y GANADERIA RINCONADA que en virtud de la recarga de acuífero podrá realizar labores de captación de agua llevándola a los pozos respectivos. Ahora, ambas situaciones anteriormente descritas van a confluir en que las aguas de distinta fuente se tratarán a través de procesos tecnológicos, para lo cual se requerirá del subsidio del Estado con el fin de llevar a cabo las labores de regadío que pretende el beneficiario.

En atención a lo anterior, se hace necesario el análisis por separado:

A) Bajo el supuesto de que la empresa AGRICOLA SUPER tiene el Derecho de Aprovechamiento de Aguas sobre el derrame, en virtud del Artículo 19 N ° 24 de la Constitución Política, artículos 6 y 43 del Código de Aguas, va poder usar, gozar y disponer libremente de este derecho siempre y cuando no exista una ley que lo limite. Dicho esto, se hace necesario plantearse en las siguientes situaciones:

1. En caso de que la Empresa con el agricultor celebren un contrato de compraventa que diga relación a los volúmenes de agua sobre los que versa el derrame pueden suscitarse los siguientes escenarios:
 - El agricultor va poder postular al financiamiento del Estado, en virtud de lo que se establece en la ley 18.450 sobre riego agrícola. Para lo cual tendrá que cumplir con la NCh 1.333.
 - La Empresa va tener que cumplir con lo pactado, siempre teniendo como base lo requerido en el Decreto Supremo N ° 90, viéndose expuesta si no cumple a multas decretadas por la autoridad respectiva y acciones

entabladas en su contra por el agricultor, que buscan la resolución o el cumplimiento del contrato más indemnización de perjuicios, según lo establecen las normas civiles.

- Se tendría que pactar en el contrato que los volúmenes de agua se deben entregar por temporada de riego, en razón a los meses en que se necesita y usa de este bien para fines agrícolas.
- A su vez, la Empresa podría resguardarse del posible incumplimiento oportuno del agricultor de pagar el precio, estableciendo una cláusula penal en su favor, que es una institución que regula nuestra legislación civil y que consiste en una evaluación anticipada y convencional de los perjuicios en caso que llegue a pagarse el precio con retardo, manera por la cual la indemnización quedaría fijada con anticipación y sin necesidad de entrar a probar los perjuicios en juicio posterior.(Artículo 1535 y sgtes C.Civil).
- En cuanto a los plazos de duración del contrato suscrito entre la AGRICOLA SUPER y el agricultor, es importante dejar constancia que la duración de dicho contrato será aquella que fijen en las Bases de los Concursos para optar al fondo respectivo. En otras palabras, en materia de plazos debe existir necesariamente una concordancia entre el contrato a suscribir y la resolución de la adjudicación por parte de la Comisión de Riego, en conformidad a la Ley 18.450. Dichos plazos tienen un mínimo fijado por la ley, el cual depende del tipo de negocio jurídico que se suscriba.
- El agricultor tendría que constituir una Servidumbre de Acueducto con el propósito de conducir dichas aguas hasta su predio. Siempre teniendo en consideración que los predios sirvientes deben ser indemnizados por el terreno que fuere ocupado y las mejoras afectadas por la construcción de

dicho acueducto. Agregando a lo planteado las indemnizaciones correspondientes en caso de perjuicios ocasionados por construcción del acueducto, filtraciones, derrames y desbordes que puedan imputarse a defectos de construcción o mal manejo del mismo. (Libro I título VII n°1 c) de las servidumbres, artículo 76 y sgtes. Código de Aguas).

- En relación a lo anterior, si el acueducto llegase a producir algún daño a los predios colindantes, por ejemplo, contamina sus campos impidiendo el normal cultivo, se vería expuesto el agricultor como titular del acueducto a ser demandado de indemnizaciones de perjuicios por concepto de responsabilidad extracontractual. (Artículo 2314 y sgtes del Código Civil.)
- La Empresa podría resguardarse en caso de que el precio se pague en cuotas, constituyendo una hipoteca en su favor sobre el predio que es titular el agricultor, esto dependerá del grado de confianza que exista entre las partes involucradas y la situación económica del beneficiario, siempre tomando en consideración la cantidad de hectáreas del agricultor, ya que de esta manera le sería conveniente desde el punto de vista comercial la constitución de dicha institución jurídica.
- La agroindustria con el agricultor podrían pactar que no se comercien los volúmenes de agua con terceros.
- También podrían considerarse otras cauciones a favor de la Empresa, por ejemplo una boleta bancaria de garantía, póliza de seguro o pagaré notarial.
- Desde el punto de vista tributario, la empresa en caso que venda volúmenes de aguas del respectivo derrame no solo al beneficiario si no también a terceros, podría estar afecta al pago del impuesto al valor agregado, ya que estaría adoptando la calidad de vendedor debido a su

habitualidad en las ventas de dichos volúmenes de agua, según la calificación que haga el Servicio de Impuestos internos. (Artículo 2 n° 3 del Decreto Ley n° 825, artículos 2 letra l) y 4 del Decreto supremo n° 55.)

- Hay que señalar que el arrendamiento de volúmenes de agua no tiene cabida en esta relación contractual, ya que en este tipo de contrato la regla es que pueden arrendarse todas cosas corporales e incorporeales; muebles e inmuebles salvo las cosas consumibles debido a que el arrendatario tiene la obligación de restituir la cosa arrendada al término del contrato, pero si se consumió con su uso, no podrá restituirla. Artículo 1916 Código Civil. Otra cosa distinta sería que el agricultor le arrendara maquinaria a la agroindustria con el fin de transportar el agua. Ahora no hay que perder de vista que bajo los supuestos dados, sí procede el arrendamiento del Derecho de Aprovechamiento de Aguas, ya que es un derecho real, y el titular puede disponer de él libremente, pudiendo venderse, arrendarse, etc.
2. En atención al Principio de la autonomía de la voluntad que prima en nuestro derecho privado, se le faculta a las partes la posibilidad de celebrar cualquier tipo de contrato, determinando ellas mismas su contenido, efectos y duración, siempre teniendo en consideración el respeto a la ley, el orden público y las buenas costumbres. Dicho esto, la fuente con el agricultor podrían celebrar un contrato innominado donde podrían tomar en consideración los siguientes aspectos:
- En caso de que se estipule pagar el precio en cuotas por los volúmenes de agua, se podría pactar una cláusula de aceleración, bajo el supuesto de que si no se cumple con una de las cuotas de varias en el tiempo oportuno, se haga exigible la totalidad de la obligación.

- Se podría pactar la cláusula penal.
 - Se podría pactar una cláusula que modifique la responsabilidad contractual de AGRICOLA SUPER. En virtud de la cual, la culpa de la agroindustria se vería atenuada o aumentada en caso que no cumpla el contrato, ya que no entregó la calidad de agua exigida por el Decreto Supremo N °90, pero siempre teniendo en consideración de verse expuesta a las multas que irroge dicho incumplimiento frente a la autoridad respectiva.
3. También en este sentido se podrían transferir los derechos de aguas sobre el derrame pertenecientes a la agroindustria mediante el contrato de cesión de derechos. En el caso que planteamos se presentan las siguientes particularidades que paso a describir:
- El agricultor en este escenario a su vez también podría comercializar sus derechos con terceros, a menos que se pactara lo contrario.
 - Se podría pactar una cláusula penal a favor de ambas partes, así se evitaría ir a la justicia a probar los perjuicios ya que estos se presumen de derecho. Libro IV título XI, artículos 1535 y sgtes. Código Civil.
4. Otro aspecto a considerar es que se puede pactar la canalización de las respectivas aguas del respectivo derrame, pudiendo producirse los siguientes escenarios:
- El agricultor va poder postular al subsidio del Estado, para obras de riego y drenaje según la Ley 18.450.

- La agroindustria tendrá que cumplir con la normativa sobre calidad de agua, contemplada en el Decreto Supremo 90. Viéndose expuesta a las respectivas multas cursadas por la autoridad respectiva.
 - A su vez el agricultor tendrá que cumplir con la NCh 1.333.
 - El agricultor deberá constituir una servidumbre de acueducto con el fin de conducir dichas aguas hacia su predio. Siempre tomando en consideración la responsabilidad extracontractual en caso que se produzcan daños a terceros. (Artículo 2314 y sgtes. Código Civil.)
5. Otro aspecto que tiene relevancia, se refiere al concepto de la Responsabilidad social Empresarial de la agroindustria. Por ello, ésta no sólo tendría que buscar la comercialización de los volúmenes de las aguas por de derrame, sino que también entregar a la comunidad o en este caso a los agricultores del sector ciertas concesiones y aportes con el fin de que estos puedan cubrir de mejor manera sus necesidades de regadío, ya que el subsidio que entrega el Estado es limitado. Esto lleva consigo un efecto multiplicador para la comunidad del sector, dónde todos se beneficiarían. Por ejemplo en caso de la agrícola SUPER, ésta mejoraría su posición e identificación con la comunidad, mientras la AGRICOLA Y GANADERIA RINCONADA podría alcanzar un mayor desarrollo, generar más puesto de trabajo, otorgar mejores condiciones a sus trabajadores, etc.
6. En relación a lo que debe entenderse por servidumbre de acueducto, la podemos definir como el derecho que tiene el dueño de un predio o de un establecimiento industrial o que tiene un pueblo de conducir aguas que le son necesarias a través de un predio ajeno. Se encuentra dentro de la clasificación de servidumbres legales de utilidad privada y se deben demandar judicialmente a través del procedimiento sumario, es

decir no operan de pleno derecho, requiriendo de una sentencia judicial. (Artículos 841, 861 Código Civil, 76 Código de Aguas, 680 Código de Procedimiento Civil). Los requisitos para su constitución son los siguientes:

- Necesidad de conducir aguas.
- El dueño del predio dominante debe tener un derecho de disponer de las aguas que se pretendan conducir, para eso debe probar que puede disponer del agua que desea conducir.
- El interesado debe el pago de las indemnizaciones que corresponden al dueño del predio sirviente y las expensas que requiera su constitución, como el precio de todo el terreno que fuere ocupado.

En relación a la Recarga del acuífero.

El beneficiario buscará que esta agua que es captada y transmitida a pozos según los procesos técnicos que ello implica sea posteriormente diluida con el agua que fue adquirida de la agroindustria a fin de cultivar los almendros del agricultor, para lo cual se necesitará postular a los subsidios que entrega el Estado en razón de llegar a implementar la tecnología suficiente para llevar a cabo dicho proyecto. Ahora bien, podemos señalar que este tema no está totalmente desarrollado en nuestra legislación, lo cual acarrea una serie de vacíos legales, pero no obstante aquello si es posible encontrar ciertas normas que regulen de alguna manera esta materia. La recarga del acuífero la podemos enmarcar dentro del Libro Primero, título VI de las Aguas Subterráneas, Artículos 59 y stges del Código de Aguas. Ello lleva a que el agricultor pueda constituir Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas, pero este debe tener presente que estando en zonas de restricción la Dirección General de Aguas podrá otorgarle provisionalmente dichos derechos y dejarlos sin efecto en caso de constatar perjuicios a los

derechos ya constituidos. Ahora, dichos derechos no podrán transformarse en ningún caso en definitivos. Además, no hay que perder de vista que la autoridad podrá fiscalizar al agricultor en razón a la recarga del acuífero, para lo cual le podrá exigir instalar ciertos sistemas de medición debido a que se está en zonas de baja disponibilidad de agua.

2.10 Análisis del impacto agroproductivo, legal y económico

El fundo de la Agrícola Longovilo cuenta con una superficie plantada actual de 121,2 ha destinadas a la producción de frutos secos (Almendros y Nogales).

Las fuentes de suministro de agua actuales no son suficientes para suplir la demanda requerida por dichos cultivos frutales en los próximos años de plena producción, generándose un déficit acumulado máximo de 30 L s^{-1} en los meses de mayor demanda hídrica del cultivo, (Enero-Marzo). Lo que se traducirá en una disminución de la producción potencial de dichos cultivos.

El presente proyecto pretende entre otras cosas, el mejorar la productividad a través del aumento del insumo deficitario, que en este caso particular sería el agua. La obtención de esta, será a través del aprovechamiento de las aguas residuales de la empresa AGROSUPER, las cuales serán diluidas para alcanzar niveles permitidos para su utilización como agua de riego, acorde a la norma Chilena 1.333of78.

Además se pretende complementar este déficit, mediante la recarga artificial del Acuífero, que en una primera etapa beneficiará al Fundo Rinconada de Longovilo, sin embargo, una vez aplicada una metodología de estudio respecto de los beneficios de este proceso, se podrían beneficiar predios aledaños que posean pozos de extracción que hagan uso de las aguas almacenadas en dicho acuífero.

Este proyecto, presenta un impacto positivo desde el punto de vista económico, puesto que la rentabilidad obtenida justifica plenamente la construcción de las obras detalladas, y que permite alcanzar los máximos niveles de producción.

En conclusión, el proyecto en cuestión, genera una serie de externalidades positivas para el sector, ya que permite un aumento de la seguridad de riego al infiltrar el acuífero con aguas que de otra forma escurrirían superficialmente.

El presente proyecto cuenta con un nivel altamente innovador en cuanto a la obtención de fuentes de agua no convencionales, lo cual genera un precedente para futuros proyectos tanto a nivel regional como nacional que permitirán aumentar la seguridad y disponibilidad de riego en zonas que actualmente presentan restricciones en cuanto a disponibilidad hídrica superficial y subterránea.

3 Riego en invernaderos con agua captada por atrapanieblas (Comunidad Agrícola Peña Blanca)

3.1 Descripción básica del proyecto

Se presenta un resumen del proyecto “Uso de fuentes de agua no convencionales en la Comunidad Agrícola Peña Blanca, Comuna de Ovalle, Provincia de Limarí, región de Coquimbo”, perteneciente al estudio “Diagnóstico de fuentes de agua no convencional en el regadío interregional”, que actualmente está realizando el Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción, y encargado por la Comisión Nacional de Riego. Para su mejor comprensión, en Apéndice 9 se muestra en detalle todo lo referente al pre-diseño de proyecto.

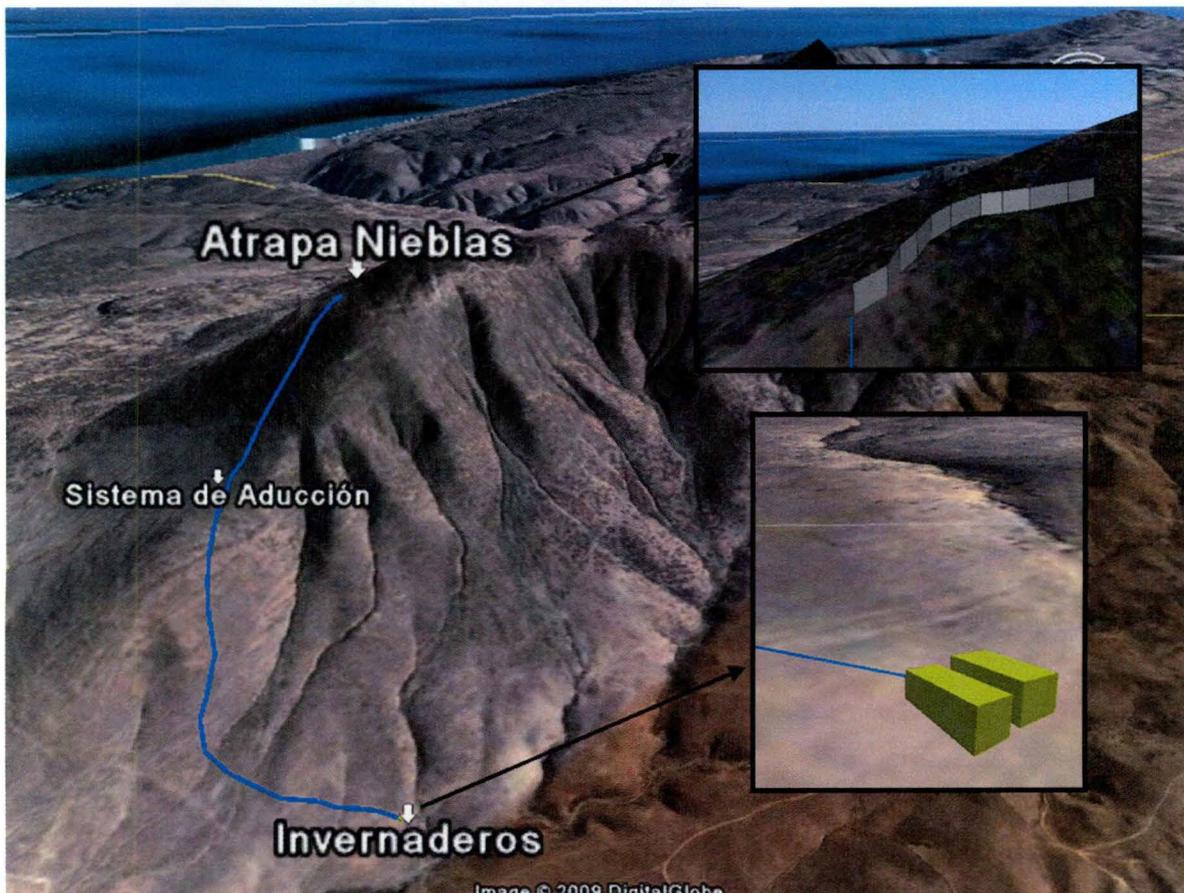


Figura 85: Ubicación de los invernaderos y atrapanieblas en Peña Blanca.

El presente estudio de pre-factibilidad se realizó en los terrenos de la Comunidad Agrícola Peña Blanca, la que cuenta con una superficie de 6500 ha ubicada en las coordenadas 225.317 m E y 6.577.549 m S, (Figura 85). a 60 Km al sur oeste de Ovalle, Provincia de Limarí que colinda por el poniente con la Carretera Panamericana

El clima es semiárido con nubosidad abundante que se presenta a lo largo de toda la costa. Su influencia llega al interior hasta aproximadamente 49 km, por medio de los valles transversales y quebradas. Su mayor característica es la abundante nubosidad, humedad y temperaturas moderadas, con un promedio de precipitaciones de 120 mm anuales con un período seco de 8 a 9 meses.

El proyecto tiene como propósito la captación de agua atmosférica por medio de atrapanieblas, para ser utilizada en riego en invernaderos. La instalación de los atrapanieblas, se realizará en Cerro Grande (cota 654,9 m).

Para la captación del agua atmosférica, se considera la instalación de 10 atrapanieblas de 43 m² cada uno, permitiendo captar un volumen promedio anual de 2,8 m³ día⁻¹. Esta agua será conducida por medio de una matriz de aducción hasta estanques de acumulación. Estos estanques abastecerán de agua para el riego de hortalizas y flores, los que serán cultivados en dos invernaderos de 270 m² cada uno (cota 290,6 m). El sistema de riego considera sistema de control manual y riego con cinta.

El proyecto en su totalidad, está constituido por: 10 atrapanieblas, Matriz de aducción de atrapanieblas, 1 estanque de acumulación de emergencia (2.400 L), aducción de estanques de acumulación (longitud de 1.168 m de tubería HDPE PN10 de 32mm), 5 cámaras rompe presión de polietileno, 2 estanques de acumulación (6.200L c/u), sistema de control de estanques (válvulas de corte), sistema de riego (tuberías de conducción, sistema de control y cinta de riego) y 2 invernaderos (tipo capilla).

3.2 Descripción de obras

Se consideran las siguientes obras a realizar para el pre-diseño de riego, los detalles de diseño son mostrados en Apéndice 9.

- Atrapa Nieblas.
- Sistema de Aducción Atrapa Nieblas.
- Diseño del invernadero.
- Sistema de Riego por cinta.

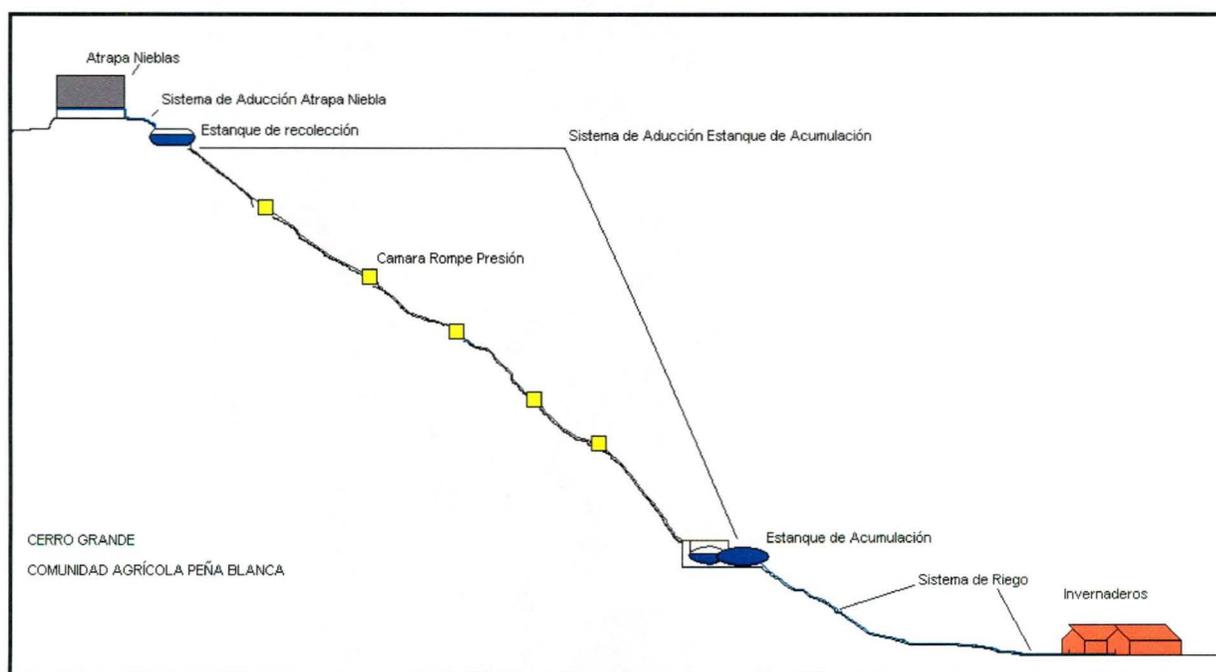


Figura 86: Esquema de componentes del proyecto.

3.3 Planos

En CD (Planos de proyecto) adjunto al Apéndice 9, se presentan los siguientes planos del proyecto:

- Plano de planta del proyecto.
- Perfil longitudinal de la aducción.
- Plano de planta del proyecto de riego
- Plano de detalle componentes del proyecto.

3.4 Análisis preliminar de expropiaciones y/o servidumbres

En Apéndice 9 se presenta la información correspondiente a este punto.

3.5 Presupuestos

En el cuadros 38, se muestran los presupuestos de inversión para cada una de las diferentes etapas que se consideran en el presente proyecto:

Cuadro 38: Presupuesto considerado para el total del proyecto.

Ítem	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
Materiales Construcción Atrapaniebla	1.922.193	10	19.221.930
Materiales Construcción Invernadero	662.068	2	1.324.136
Cámaras Rompe Presión	52.514	5	262.568
Sistema de Riego	1.458.867	1	1.458.867
Materiales Aducción Estanques de Acumulación	920.187	1	920.187
Materiales Aducción Atrapanieblas	178.861	1	178.861
Mano de Obra construcción e instalación (atrapaniebla, aducción, invernadero, sistema riego)	7000	176	1.232.000
Tierra de Hoja m ³	25.344	73	1.850.112
Total			26.448.661

Valores estimados al 28/08/09, valor UF \$20.925, IPC -0,4%.

FUENTE: INE

3.6 Evaluación técnica del proyecto con otras FC

El sector de Peña Blanca presenta serios problemas de disponibilidad de recursos hídricos convencionales para la subsistencia de la agricultura y ganadería. Hasta la fecha, no existen registros de estudios de disponibilidad de aguas subterráneas en la localidad, pero en entrevistas sostenidas con habitantes de la comunidad, se nos informó que hace 15 años, la localidad de Peña Blanca ha presentado una disminución significativa de sus recursos hídricos. Es por ello que la factibilidad de utilizar fuentes convencionales de agua para el riego agrícola, no sería factible desde el punto de vista técnico.

Es por eso que se requiere progresar en la aplicación de sistemas integrales de gestión del recurso hídrico, y así como también en el desarrollo de metodologías adecuadas que aumenten la disponibilidad de agua para riego a nivel predial para el progreso y evolución del sector agropecuario de Peña Blanca.

3.7 Evaluación económica

Para efectos de flujo y determinación de la rentabilidad se consideraron las inversiones compuesta por la sumatoria de los costos de instalación y construcción. Las partes en que está dividida cada uno de las obras a ejecutar son: Costo tierra de hoja, costo material y construcción atrapa nieblas, costo material y sistema de aducción, costo material y construcción invernaderos, costo material y sistema de riego, costo mano de obra total para las labores de instalación y construcción. La inversión inicial del proyecto asciende a un valor total de \$26.448.661.-

Para los ingresos operacionales de flujo se consideran en base a la producción por cada uno de los invernaderos:

- Cultivo de tomate: producción de 3.200 kg anuales.
- Cultivo de liliun: producción de 5.150 varas anuales, equivalentes a 515 paquetes de 10 flores.

Los valores comerciales estimados a partir de las series de precios según ODEPA para tomate son de \$450 y para liliun de \$3.300 por paquete de 10 flores.

Dentro de los costos variables se consideran los asociados a la producción de cada uno de los cultivos como: mano de obra: Maquinaria, Fertilizante, Pesticidas, Insumos, Flete.

Dentro de los costos fijos se considera: Sueldos, Herramientas, Insumos de Higiene, Mantención y Contingencia, Reparaciones.

Se estima para un horizonte de 30 años, utilizando una tasa de descuento de 10% para calcular el Valor Actual Neto (VAN 10%) de los flujos al horizonte mencionado, además, se obtiene la tasa de retorno TIR.

Para el proyecto atrapaniebla-invernadero el VAN 10% asciende a -21.782.430.

Discusión del análisis económico

Si bien los montos de los flujos de caja resultan positivos a lo largo de la evaluación, el alto monto inicial que la Comunidad de Peña Blanca debe desembolsar para la construcción e implementación de los atrapaniebla, sistema de riego completo (incluyendo aducción) e invernaderos, la evaluación económica es negativa, ya que los ingresos no alcanzan a cubrir la inversión inicial durante el período de estudio, debido a la baja producción estimada en subsistencia y autoabastecimiento de la comunidad.

Es importante destacar que tratándose de un proyecto con miras sociales, es necesario postular a algún tipo de financiamiento por su alto costo de inversión inicial, para hacer del diseño un producto atractivo para la comunidad, y lograr que la producción de sus cultivos sea rentable.

Existen diversos programas y subsidios para los pequeños agricultores, de diferentes entidades gubernamentales que apoyan este tipo de iniciativas innovadoras. Razón por lo cual en el Cuadro 39, se presentan los posibles escenarios de niveles de financiamiento con subsidios de la inversión inicial.

Cuadro 39. Análisis de sensibilidad para el proyecto de Comunidad Agrícola Peña Blanca.

Monto a Financiar por el Agricultor	% Subsidio	TIR %	VAN (10%)
5.289.732	80	1,68	-2.547.040
2.644.866	90	9,23	-142.617
2.380.379	91	10,89	97.826
2.115.892	92	12,98	338.268
1.322.433	95	24,60	1.059.595
264.486	99	164,00	2.021.365

Del análisis de sensibilidad para el proyecto de la Comunidad Agrícola Peña Blanca, se desprende que, con un financiamiento por sobre el 91% de la inversión inicial el análisis económico indica un valor actual neto positivo. Financiamiento que no está lejos de ser adjudicado, ya que postulando a los programas de financiamiento y/o subsidio y tomando en cuenta los montos a entregar por éstos hacen del proyecto una realidad viable.

3.8 Evaluación ambiental

Para la identificación de los impactos ambientales que se generarían por el proyecto, se utilizó la metodología de Matriz de Leopold. Esta metodología, permite identificar los distintos impactos que se generan en cada una de las etapas del proyecto sobre los diferentes receptores ambientales.

A partir de esta matriz, se puede definir la pertinencia de ingreso del proyecto al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en forma de una Declaración de Impacto Ambiental.

Los criterios que se consideran, están contenidos en el artículo 11 de la ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, así como los criterios señalados en el Título II del Reglamento del SEIA.

En el Cuadro 40 se presenta la matriz de Leopold, en la cual se indica la magnitud y persistencia de los impactos (ej. Magnitud/Persistencia). Para el caso de la magnitud, se consideran tres niveles (1 = bajo, 2 = medio, 3= alto), los cuales pueden ser impactos positivos (+) o negativos (-). La persistencia de estos impactos es considerada en tres niveles: (1) cuando la persistencia del impacto se limita al tiempo de la actividad, (2) cuando la persistencia del impacto es mayor al tiempo de la actividad y menor al tiempo total de ejecución del proyecto, (3) cuando la persistencia del impacto es mayor al tiempo de ejecución del proyecto.

Cuadro 40: Matriz de Leopold para proyecto Peña Blanca.

Actividad	Aspecto	Receptor ambiental donde afecta el impacto						
		(Magnitud / Persistencia)						
		Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Comunidad
Planificación y definición del área del proyecto	Expropiación							
	Servidumbres							
Instalación de faenas	Despeje de área de instalación	-1 / 1			-2 / 2	-1 / 1	-1 / 3	+2 / 1
	Preparación de terreno	-2 / 1		-2 / 1	-1 / 2	-1 / 1	-2 / 1	+2 / 1
	Construcción de bodega	-2 / 1		-1 / 1	-1 / 2	-1 / 1	-2 / 2	+2 / 1
	Uso de áreas de servicio (comedores y baños)	-1 / 2					-1 / 2	
	Uso de maquinaria menor	-2 / 1		-1 / 1	-1 / 2	-2 / 1	-1 / 1	-1 / 1
	Manejo de residuos generales	-1 / 1				-1 / 1	-1 / 2	-1 / 2
Administración de personal	Trasporte de personal	-1 / 2		-1 / 2		-1 / 2		+3 / 2
	Uso de equipos de seguridad						-1 / 2	+2 / 2
Construcción de atrapanieblas	Despeje de área de instalación	-1 / 1			-2 / 2	-1 / 1	-1 / 3	+2 / 1
	Trazado y excavaciones	-1 / 1		-1 / 1		-2 / 1	-1 / 1	+2 / 1
	Instalación de estructuras, tuberías y componentes.	-1 / 1				-2 / 1	+2 / 3	+3 / 2
	Relleno de excavaciones	-1 / 1		-1 / 1		-2 / 1	-1 / 1	+2 / 1
Construcción de aducción	Roce y despeje de la faja	-1 / 1		-2 / 1	-2 / 2	-2 / 1	-2 / 2	+2 / 1
	Trazado y excavaciones	-2 / 1		-2 / 2	-2 / 2	-2 / 1	-2 / 2	+2 / 1
	Instalación de tuberías, camaras, estanque y componentes.			-1 / 1		-1 / 1	-1 / 3	+2 / 1
	Relleno de excavaciones	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-1 / 1	+2 / 1
Construcción de sistema de riego	Roce y despeje de terreno	-1 / 1		-2 / 1	-2 / 2	-2 / 1	-2 / 2	+2 / 1
	Trazado y excavaciones	-2 / 1		-2 / 2	-2 / 2	-2 / 1	-2 / 2	+2 / 1
	Instalación de equipos, tuberías , estanques y componentes.	-1 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-2 / 3	+2 / 1
	Relleno de excavaciones	-1 / 1		-1 / 1		-2 / 1	-1 / 1	+2 / 1
Construcción de invernaderos	Roce y despeje de terreno	-1 / 1		-2 / 1	-2 / 2	-2 / 1	-2 / 2	+2 / 1
	Uso de maquinaria menor	-2 / 1		-1 / 1	-1 / 2	-2 / 1	-1 / 1	-1 / 1
	Trazado, excavaciones y movimiento de tierra	-2 / 1		-2 / 2	-2 / 2	-2 / 1	-2 / 2	+2 / 1
	Instalación de estructuras y componentes.	-1 / 1		-1 / 1		-1 / 1	+2 / 3	+2 / 1
	Relleno de excavaciones	-1 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-1 / 1	+2 / 1
Operación del sistema	Riego con agua de atrapanieblas en invernaderos						+2 / 3	+3 / 3
	Mantención y operación del sistema						+2 / 3	+3 / 3

De la Matriz de Leopold, en la cual se consideran los criterios indicados por la Ley y el reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en los cuales se establece la pertinencia de realizar un Estudio de Impacto Ambiental, se puede concluir que el Proyecto “ Riego en invernaderos con aguas captadas por atrapanieblas en la Comunidad de Peña Blanca” no generará o presentará ninguno de los efectos, características o circunstancias contempladas en el Artículo 11 de la Ley N°19.300 ni en los artículos procedentes del Reglamento del SEIA que amerite la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental. Por lo tanto, resulta plenamente procedente el ingreso al SEIA a través de una Declaración de Impacto Ambiental, bajo la forma de una declaración jurada, en la cual se expresa que el proyecto cumple con la legislación ambiental vigente.

El plan de prevención de riesgos y de contingencias se presenta en Apéndice 9.

3.9 Evaluación legal

En relación al Proyecto ATRAPANIEBLAS para la Comunidad Agrícola Peña Blanca hay que establecer que es un caso especial, debido a que es la misma comunidad quien desarrollará y se beneficiará del proyecto que busca regar las hortalizas bajo invernadero a través de los subsidios entregados por el Estado. Además hay que contemplar lo oneroso que resulta transportar el agua para poder desarrollar los cultivos. En atención a lo anterior, hay que señalar los siguientes aspectos:

- El ATRAPANIEBLAS no está regulado en nuestra legislación, debido a que el captar agua de la atmósfera no se enmarca dentro de las clasificaciones que hace nuestro Código sobre de las aguas terrestres, que a su vez se dividen en superficiales o subterráneas, configurándose de esta manera una fuente de agua no convencional. Ahora, en este caso en particular y bajo los supuestos dados, una vez que el agua es conducida a través de un cauce artificial u canaleta, va ser llevada a través de tuberías hacia el estanque de acumulación, razón por la cual se le puede considerar como aguas terrestres, lo que acarrearía tener que constituir derechos de aprovechamiento de aguas . (Artículos 2, 23 y 140 y sges Código de Aguas.)
- En relación a lo anterior se hace esencial tener constituidos los Derechos de Aprovechamiento de Aguas, a fin de cumplir con los requisitos solicitados para postular a los fondos de subsidios del Estado.
- En razón de lo anterior, la comunidad agrícola podrá postular a los subsidios que ofrece INDAP, que buscan mejorar la capacidad productiva de los suelos y la producción agrícola mediante la entrega de apoyos destinados a la elaboración de estudios y/o proyectos de inversión en obras de riego y drenaje, según lo señalado en la resolución exenta N ° 130 que aprueba normas técnicas y procedimientos operativos del

programa de estudios de riego y drenaje, además está el artículo 11 título III del Reglamento general para la Entrega de incentivos económicos de fomento productivo. Todo ello con la finalidad de acceder a la bonificación contemplada en la ley 18.450.

- Desde el punto de vista de la protección al medio ambiente se conjugarán intereses contrapuestos, por lo que hay que tener presente que van a existir pugnas para proteger la flora del lugar, bajo el supuesto de que las nieblas no podrán llegar a la zona donde habitualmente se posan, dejando de cumplir su labor esencial que es hacer sustentables los suelos del lugar pudiendo producirse a consecuencia de ello un posible deterioro. En relación a esto, hoy en día existe una iniciativa de una Ley marco para la conservación de los suelos, si bien es cierto que dicho proyecto es importante no hay que dejar pasar que lo contemplado en la ley 19.300 de Protección al Medio Ambiente y más específicamente en su artículo 39 que establece “ la ley velará porque el uso del suelo se haga en forma racional a fin de evitar su pérdida y degradación”; La Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación y sequía, ratificada por Chile en 1997 en su artículo 4 letra d) nos señala que “ Las partes fomentarán la protección en materia de protección ambiental y de conservación de los recursos de tierra y de los recursos hídricos, en la medida que ello guarde relación con la desertificación y la sequía “. Desde el otro punto de vista, lo beneficioso que resulta este proyecto va más allá del subsidio del Estado en razón de su financiamiento, su efecto es multiplicador, por ejemplo se dejará de contaminar por los sistemas tradicionales, esto se produce cuando el abastecimiento de agua se hace través de camiones. Se cambiará el sistema común por un mecanismo que permita de manera limpia y económica obtener agua, bien que resulta ser tan escaso y necesario para el hombre en esta zona.

- La comunidad agrícola en principio se verá beneficiada con la posibilidad de regar las hortalizas y flores de los invernaderos a través de los subsidios que entrega el Estado, pero esto no quita que a futuro pueda obtener una serie de externalidades positivas , por ejemplo vender de mejor manera y en mayor cantidad el cultivo objeto del proyecto, tener una mejor calidad de vida al poder disponer de los productos sin tener que pagar altas sumas de dinero para abastecerse con bienes traídos de pueblos cercanos, promover el cultivo de otras especies, fomentar el turismo, etc.
- No será necesaria la constitución de una servidumbre de acueducto ya que el predio pertenece a la misma comunidad, por lo no existirá predio sirviente. Todo esto se desprende la definición de esta institución jurídica. En razón de lo anterior entendemos por servidumbre de acueducto el derecho que tiene el dueño de un predio o de un establecimiento industrial o que tiene un pueblo de conducir aguas que le son necesarias a través de un predio ajeno.(artículos 841, 861 Código Civil). Además, dicha servidumbre hay que solicitarla judicialmente a través de procedimiento sumario, cuestión que no se da en este caso. (artículo 680 Código de Procedimiento Civil)

3.10 Análisis del impacto agroproductivo, legal y económico

Una preocupación y desafío permanente para cualquier agricultor es la obtención de mayores precios de venta para sus productos. Este aspecto se relaciona básicamente con dos factores en la venta; una salida al mercado en un período de baja oferta y consecuentemente con mayores precios, y/o una mayor calidad de los productos cosechados.

La dificultad y necesidad de obtener producciones fuera de época, se soluciona cultivando estas especies bajo la protección de invernaderos, en circunstancias en que estas mismas cosechas al aire libre, no serían posible dada las desfavorables condiciones climáticas del medio externo.

El aumento de la temperatura diurna en el invernadero, es lo que permite cultivar plantas fuera de estación; producciones tempranas o primores de especies exigentes en temperatura.

Enfocándonos en la IV Región los invernaderos destinados a la producción de tomate se localizan principalmente en los alrededores de Ovalle y al interior del valle del Limarí. Dicha zona se caracteriza por dar dos destinos a la producción de tomate, una de ellas es para abastecer al mercado de la zona central en el período difícil de otoño e inicios de invierno, con tomate al aire libre sembrado para tarde, y la otra como tomate primor manejada bajo invernaderos fríos, como se les denomina a aquellos sin agregación de calor, en que el cultivo se inicia en otoño, para producir principalmente los meses de septiembre y octubre.

Ahora si analizamos los tipos de invernaderos, los más frecuentes, estos son de madera y metálicos. Los invernaderos tipo caseta aparecieron al interior de Ovalle, en El Palqui por la década de los 60, tenían poca altura, techo plano, se les ubicaba en las laderas de los cerros preferentemente con exposición norte y todos eran de 2.000 m². En su construcción se utilizaba una estructura tipo parronal cubierta con polietileno de baja densidad. Este tipo de estructura se mantuvo por muchos años, e incluso aún se encuentra, pero tiende a desaparecer por el problema de falta de ventilación en su sector central.

4 Riego agrícola con aguas tratadas de PTAs ESVAL (Catemu)

4.1 Descripción básica del proyecto

Se muestra un resumen del desarrollo del proyecto “Uso de fuentes de agua no convencionales para el riego del predio denominado Agrícola San Antonio de propiedad de la Sociedad Agrícola San Antonio Limitada”, correspondiente al estudio “Diagnóstico de fuentes de agua no convencionales en el regadío interregional”, que actualmente está realizando el Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción, y encargado por la Comisión Nacional de Riego. En Apéndice 10 se muestra en detalle todo lo referente al pre-diseño de proyecto.

El presente estudio de pre-factibilidad se realizó en el predio denominado Agrícola San Antonio el cual se encuentra ubicado en las coordenadas 314.104 m E y 6.371.894 m S (elevación 432 m), perteneciente a la comuna de Catemu

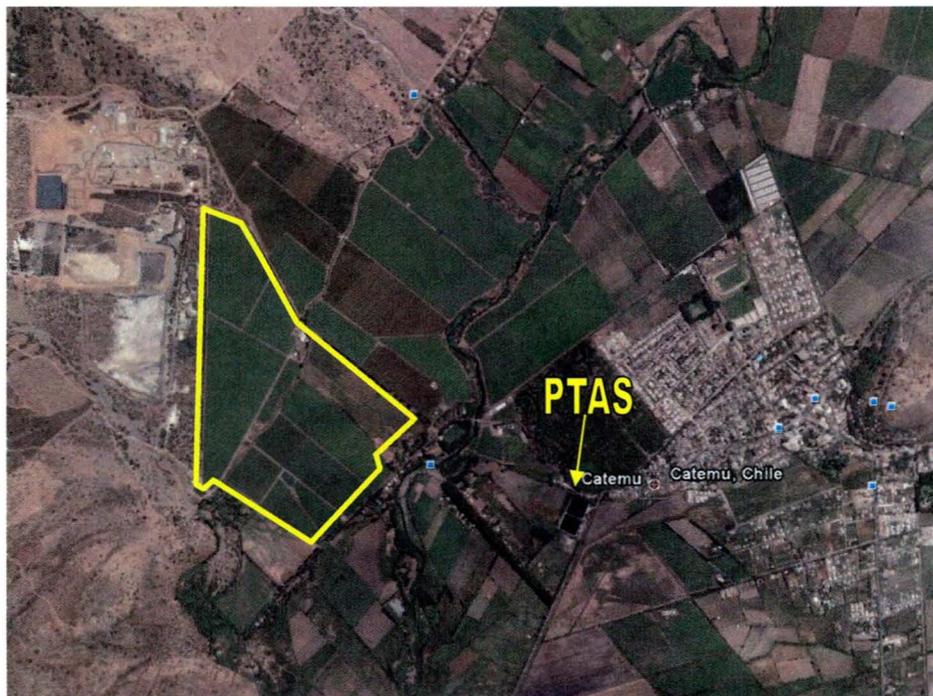


Figura 87: Ubicación predio Agrícola San Antonio coordenadas 314.104 m E y 6.371.894 m S y Planta de Tratamiento de Aguas (PTAS).

En general, el proyecto contempla la conducción de 38 L s^{-1} desde la descarga de la planta de tratamiento de agua de la empresa ESVAL Catemu en el estero del mismo nombre hasta el predio de propiedad de la Sociedad Agrícola San Antonio Limitada. La conducción tiene una longitud de 0,8 km en tubería hidráulica PVC 200 mm.

En el predio, el agua será utilizada para mejorar la seguridad de riego de 47,6 ha de Parronales y Clementinas que actualmente se encuentran bajo riego por goteo y aumentar la superficie bajo riego del predio con la incorporación de 8 ha de riego por goteo para Duraznero.

El proyecto de riego por goteo en Duraznero incluye una obra de acumulación para la succión (estanque tipo australiano), cabezal de riego (Caseta, bomba, filtros, sistema de fertirrigación y elementos de control), tuberías de conducción, laterales en polietileno virgen y emisores autocompensados

4.2 Descripción de las obras

Se consideran las siguientes obras a realizar para el pre-diseño de riego, los detalles de diseño son mostrados en Apéndice 10.

- Diseño hidráulico sistema de riego por goteo
 - ✓ Diseño de laterales.
 - ✓ Diseño de secundarios.
 - ✓ Diseño de red de conducción.
- Descripción del equipo
 - ✓ Cabezal de Control
 - ✓ Red de tuberías de conducción y secundarios.
 - ✓ Laterales de riego
 - ✓ Elementos de regulación y control.
 - ✓ Elementos eléctricos
- Sistema de impulsión
 - ✓ Diseño de red de conducción.

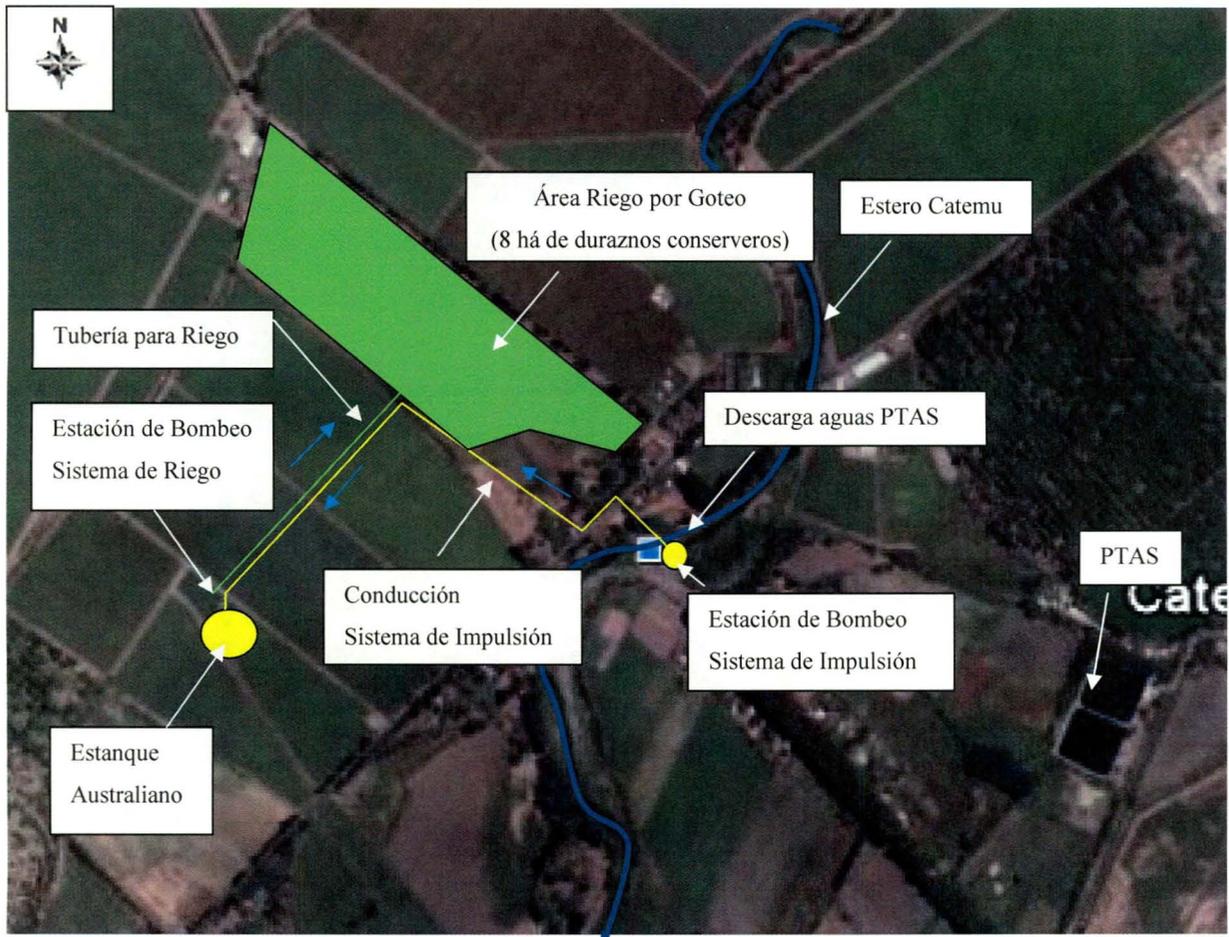


Figura 88: Esquema de las obras contempladas en el proyecto.

4.3 Planos

Se incluyen en CD (Anexo 1 Planos de Proyecto) adjunto al Apéndice 10 los siguientes planos del proyecto:

Sistema de impulsión:

- Perfil longitudinal de la conducción.
- Perfil longitudinal del atraveso de la tubería en estero.
- Perfil longitudinal del atraveso de la tubería en camino.

Equipo de riego por Goteo:

- Plano de planta del proyecto, incluye obras de captación, conducción y acumulación.
- Plano de planta del proyecto de riego por goteo en Duraznero, incluye especificaciones de sectores, trazado de tuberías, diámetros clases y longitudes.
- Plano detalle cables válvulas solenoides.
- Plano de detalle de las obras.

4.4 Análisis preliminar de expropiaciones y/o servidumbres

Para la construcción del presente proyecto se requiere la compra de un área de al menos 100 m² para la instalación de una estación de bombeo ubicada en la ribera sur del estero Catemu en las coordenadas 314.650 m E y 6.371.344 m S. El área requerida estará destinada a la construcción de una caseta de bombeo y una cámara de succión.

En cuanto a servidumbres, el proyecto considera la conducción y el atraveso de la tubería matriz en estero Catemu y en camino denominado Santa Rosa de la comuna de Catemu con una longitud total de 180 m aproximadamente. Por lo tanto se requerirá la autorización de la Dirección de Vialidad y de la Dirección General de Aguas correspondiente.

4.5 Presupuestos

El costo total del proyecto considerando el sistema de impulsión y el sistema de riego por goteo para 8 ha de Duraznero se presenta en el siguiente Cuadro. (Valores no incluyen IVA).

Cuadro 41: Presupuesto general del proyecto.

RESUMEN PRESUPUESTO DE LA OBRA

ITEM	DESCRIPCION	COSTO (\$)	% TOTAL
1	Proyecto de riego por goteo	19.100.369	84,7
2	Estudio	1.910.037	8,5
3	Supervisión	573.011	2,5
4	Gastos generales e imprevistos	955.018	4,2
SUBTOTAL		22.538.436	100,0

ITEM	DESCRIPCION	COSTO (\$)	% TOTAL
1	Proyecto sistema impulsión	16.974.703	84,7
2	Estudio	1.697.470	8,5
3	Supervisión	509.241	2,5
4	Gastos generales e imprevistos	848.735	4,2
SUBTOTAL		20.030.150	100,0

TOTAL		42.568.586	
--------------	--	-------------------	--

El valor de la UF correspondiente al 25 de agosto es de 2009 es de \$20.933,55 y el I.P.C del mes de Julio 2009 es de -0,40% (Var mensual).

4.6 Evaluación técnica del proyecto con otras FC

Otras fuentes de agua convencionales que podrían utilizarse con este proyecto son aguas superficiales provenientes de un canal o la captación de aguas subterráneas mediante un pozo profundo.

Si el caudal requerido proviniera desde el canal (del cual actualmente se tienen derechos de aprovechamiento), técnicamente el sistema de riego sería el mismo y el presupuesto sería levemente diferente al no requerir el costo del estanque australiano considerado en el sistema propuesto de riego. Sin embargo, el costo asociado al sistema de impulsión desde la descarga de la planta de tratamientos de aguas servidas ESVAL hasta el predio no sería requerido.

La limitante en la utilización de una mayor cantidad de agua superficial, es la baja eficiencia de conducción, que históricamente ha generado problemas eventuales en la entrega de agua en los meses de máxima demanda, esto se atribuye también a que el predio se encuentra al término del canal.

En el caso de disponer de recursos de aguas subterráneas técnicamente el proyecto de riego sería también similar. No obstante, características como distancia al pozo profundo, distancia del pozo a la fuente más cercana de energía eléctrica, caudal disponible y profundidad del acuífero son necesarios para una evaluación más precisa. Si la distancia al pozo desde el área que se quiere regar es desmedida o si la profundidad del acuífero es excesiva, la dimensión del equipo de bombeo requerido por el sistema de riego puede implicar que esta alternativa resulte económicamente más desfavorable si se compara con la situación analizada en el presente proyecto. La utilización de aguas subterráneas requiere la determinación tanto de disponibilidad técnica como legal de los recursos de aguas subterráneas en dicha área.

4.7 Evaluación económica

Para efectos de flujo y determinación de la rentabilidad se consideran las siguientes inversiones: Adquisición de 38 L s^{-1} de agua; Sistema de Impulsión y aplicación de agua (riego goteo para 8 ha); Compra de terreno para establecer sistema de impulsión; Establecimiento de 8 ha de duraznero, sin considerar el riego. El total de la inversión corresponde a \$92.006.815.

El costo de inversión de una hectárea de duraznero considera una densidad de 667 plantas por hectárea. El detalle de la inversión se expone en el Apéndice 10.

Se considera una producción por hectárea que se incrementa paulatinamente a través de los años y a un precio de $\$86 \text{ kg}^{-1}$ de durazno, tal como, se presenta a continuación:

Cuadro 42: Producción e ingresos por año para duraznero

Año	Producción (kg ha^{-1})	Ingresos ($\$ \text{ha}^{-1}$)
1	0	0
2	0	0
3	8.000	688.000
4	17.000	1.462.000
5	28.000	2.408.000
6	35.000	3.010.000
7	40.000	3.440.000
8	40.000	3.440.000
9	40.000	3.440.000
10	40.000	3.440.000
11	40.000	3.440.000
12	40.000	3.440.000
13	40.000	3.440.000
14	40.000	3.440.000
15	40.000	3.440.000

Se considera que posterior al año 15, la producción disminuye a razón de 0,5 tonelada por año hasta llegar al año 30 con una producción de 32 toneladas por hectárea.

Dentro de los costos variables se consideran los asociados a fertilización, maquinaria agrícola, costo energético aplicación, costo energético de impulsión.

A un horizonte de 30 años se calcula el VAN (10%), de la evaluación económica relacionada con las 29 hectáreas, éste corresponde a \$31.473.947. Por otra parte, la inversión real corresponde a \$92.006.815.-. Sin embargo, la inversión neta, considerando el beneficio otorgado por la disponibilidad de agua, correspondería a \$60.532.868 ($92.006.815 - 31.473.947$). De lo anterior, la TIR y VAN (10%), correspondería a 6,9% y -18.934.809, respectivamente.

Los resultados obtenidos mejorarían si se considerara subsidio a la inversión. En este caso, la rentabilidad del propietario (considera como inversión sólo su aporte), aumentaría, según el nivel de éste.

4.8 Evaluación ambiental

Para la identificación de los impactos ambientales que se generarían por el proyecto, se utilizó la metodología de Matriz de Leopold. Esta metodología, permite identificar los distintos impactos que se generan en cada una de las etapas del proyecto sobre los diferentes receptores ambientales.

A partir de esta matriz, se puede definir la pertinencia de ingreso del proyecto al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en forma de una Declaración de Impacto Ambiental.

Los criterios que se consideran, están contenidos en el artículo 11 de la ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, así como los criterios señalados en el Título II del Reglamento del SEIA.

En el Cuadro 43 se presenta la matriz de Leopold, en la cual se indica la magnitud y persistencia de los impactos (ej. Magnitud/Persistencia). Para el caso de la magnitud, se consideran tres niveles (1 = bajo, 2 = medio, 3= alto), los cuales pueden ser impactos positivos (+) o negativos (-). La persistencia de estos impactos es considerada en tres niveles: (1) cuando la persistencia del impacto se limita al tiempo de la actividad, (2) cuando la persistencia del impacto es mayor al tiempo de la actividad y menor al tiempo total de ejecución del proyecto, (3) cuando la persistencia del impacto es mayor al tiempo de ejecución del proyecto.

Cuadro 43: Matriz de Leopold para proyecto Catemu PTAs.

Actividad	Aspecto	Receptor ambiental donde afecta el impacto						
		(Magnitud / Persistencia)						
		Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Comunidad
Planificación y definición del área del proyecto	Expropiación							
	Servidumbres							
Instalación de faenas	Despeje de área de instalación	-2 / 1			-2 / 3	-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
	Preparación de terreno	-2 / 1	-1 / 1	-2 / 1	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Construcción de oficinas y bodega	-2 / 1		-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-2 / 2	-1 / 1
	Uso de áreas de servicio (comedores y baños)	-1 / 2	-1 / 2				-1 / 2	-1 / 1
	Uso de maquinaria menor	-2 / 1		-1 / 1		-2 / 1	-1 / 1	-2 / 1
	Manejo de residuos generales	-1 / 1	-1 / 2			-1 / 1	-1 / 2	-2 / 2
Administración de personal	Trasporte de personal	-1 / 2				-1 / 2		+3 / 2
	Uso de equipos de seguridad						-1 / 2	+2 / 2
Construcción de aducción	Roce y despeje de la faja	-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Trafico de maquinaria	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Trazado y excavaciones	-2 / 1	-1 / 2	-2 / 2	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 2	-2 / 2
	Cruce subterráneo de matriz bajo camino Asfaltado	-2 / 1		-2 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-2 / 2	-2 / 1
	Instalación de equipos, tuberías y componentes.	-2 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Relleno de excavaciones	-2 / 1	-1 / 1	-2 / 1		-2 / 1	-2 / 2	-2 / 2
Construcción de sistema de tratamiento	Roce y despeje de terreno	-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-1 / 1
	Trafico de maquinaria	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Trazado y excavaciones	-2 / 1		-2 / 2	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
	Instalación de equipos, tuberías y componentes.	-1 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-2 / 1	-1 / 1
	Relleno de excavaciones	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
Construcción de sistema de riego	Roce y despeje de terreno	-2 / 1		-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1
	Trafico de maquinaria	-2 / 1		-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1
	Trazado y excavaciones	-2 / 1		-2 / 2	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1
	Instalación de equipos, bombas, tuberías y componentes.	-1 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1
	Relleno de excavaciones	-2 / 1		-2 / 1		-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1
Operación del sistema	Riego con mezcla de agua	-1 / 3		+2 / 3	+1 / 3	+1 / 3	+2 / 3	-1 / 3
	Mantención y operación del sistema	-1 / 2		+1 / 3	+1 / 3	+1 / 3	+1 / 3	-1 / 3

De la Matriz de Leopold, en la cual se consideran los criterios indicados por la Ley y el reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en los cuales se establece la pertinencia de realizar un Estudio de Impacto Ambiental, se puede concluir que el Proyecto “ Riego agrícola con agua tratadas de PTAs de la empresa ESVAL en Catemu” no generará o presentará ninguno de los efectos, características o circunstancias contempladas en el Artículo 11 de la Ley N°19.300 ni en los artículos procedentes del Reglamento del SEIA que amerite la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental. Por lo tanto, resulta plenamente procedente el ingreso al SEIA a través de una Declaración de Impacto Ambiental, bajo la forma de una declaración jurada, en la cual se expresa que el proyecto cumple con la legislación ambiental vigente.

El plan de prevención de riesgos y de contingencias se presenta en Apéndice 10.

4.9 Evaluación legal

La Empresa Sanitaria ESVAL puede celebrar cualquier tipo de actos jurídicos con el beneficiario, sobre las aguas servidas tratadas, que son derramadas en el estero Catemu.

En relación a lo anterior, es conveniente precisar que tanto ESVAL como la SOC. AGRICOLA SAN ANTONIO LTDA son propietarios de Derechos de Aguas, por lo cual parece conveniente plantearse las siguientes situaciones:

1. En el caso de que la Sanitaria con el Agricultor celebren un contrato de compraventa sobre los volúmenes de las aguas servidas que se encuentran tratadas, pueden suscitarse los siguientes escenarios:
 - El Agricultor va poder postular al financiamiento del Estado, en virtud de lo que se establece en la ley 18.450 sobre riego agrícola. Para lo cual tendrá que cumplir con la NCh 1333.
 - La Sanitaria va tener que cumplir con lo pactado, siempre teniendo como base lo establecido en el Decreto Supremo N ° 90, viéndose expuesta si no cumple a multas decretadas por la autoridad respectiva y acciones entabladas en su contra por el agricultor, que buscan la resolución o el cumplimiento del contrato más indemnización de perjuicios, según lo establecen las normas civiles.
 - Se tendría pactar en el contrato que los volúmenes de agua se deben entregar por temporada de riego, en razón a los meses en que se necesita y se usa de este bien para fines agrícolas.

- A su vez, la sanitaria podría resguardarse del posible incumplimiento oportuno del agricultor de pagar el precio, estableciendo una cláusula penal en su favor, que es una institución que regula nuestra legislación civil y que consiste en una evaluación anticipada y convencional de los perjuicios en caso que llegue a pagarse el precio con retardo, manera por la cual la indemnización quedaría fijada con anticipación y sin necesidad de entrar a probar los perjuicios en juicio posterior.(Artículo 1535 y sgtes C.Civil).
- En cuanto a los plazos de duración del contrato suscrito entre la Empresa Sanitaria y los agricultores, es importante dejar constancia que la duración de dicho contrato será aquella que fijen en las Bases de los Concursos para optar al fondo respectivo. En otras palabras, en materia de plazos debe existir necesariamente una concordancia entre el contrato a suscribir y la resolución de la adjudicación por parte de la Comisión de Riego, en conformidad a la Ley 18.450. Dichos plazos tienen un mínimo fijado por la ley, el cual depende del tipo de negocio jurídico que se suscriba.
- El agricultor tendría que constituir una Servidumbre de Acueducto con el propósito de conducir dichas aguas hasta su predio. Siempre teniendo en consideración que los predios sirvientes deben ser indemnizados por el terreno que fuere ocupado y las mejoras afectadas por la construcción de dicho acueducto. Agregando a lo planteado, las indemnizaciones correspondientes en caso de perjuicios ocasionados por construcción del acueducto, filtraciones, derrames y desbordes que puedan imputarse a defectos de construcción o mal manejo del mismo. (Libro I título VII nº1 c) de las servidumbres, artículo 76 y sgtes. Código de Aguas).
- En relación a lo anterior, si el acueducto llegase a producir algún daño a los predios colindantes, por ejemplo, contamina sus campos impidiendo el normal cultivo, se vería expuesto el agricultor como titular del acueducto

a ser demandado de indemnizaciones de perjuicios por concepto de responsabilidad extracontractual. (Artículo 2314 y sgtes del Código Civil).

- La Sanitaria podría resguardarse en caso de que el precio se pague en cuotas, constituyendo una hipoteca en su favor sobre el predio que es titular el agricultor, esto dependerá del grado de confianza que exista entre las partes involucradas y la situación económica del beneficiario. Siempre tomando en consideración la cantidad de hectáreas que son del agricultor, ya que de esta manera le sería conveniente desde el punto de vista comercial la constitución de dicha institución jurídica.
- También podrían considerarse otras cauciones en favor de la Empresa Sanitaria, por ejemplo una boleta bancaria de garantía, póliza de seguro o pagaré notarial.
- La Empresa Sanitaria con el agricultor podrían pactar que no se comercien los volúmenes de agua con terceros por medio de una cláusula que prohíba dicho acto.
- Desde el punto de vista tributario, la empresa en caso que venda volúmenes de aguas servidas no solo a la SOC. AGRICOLA SAN ANTONIO LTDA si no también a terceros, podría estar afecta al pago del impuesto al valor agregado, ya que estaría adoptando la calidad de vendedor, debido a su habitualidad en las ventas de dichos volúmenes de agua según la calificación que haga el Servicio de Impuestos Internos. (Artículo 2 n° 3 del Decreto Ley n° 825, artículos 2 letra I) y 4 del Decreto supremo n° 55).
- Hay que señalar que el arrendamiento de volúmenes de agua no tiene cabida en esta relación contractual, ya que en este tipo de contrato la regla es que pueden arrendarse todas cosas corporales e incorporeales;

muebles e inmuebles salvo las cosas consumibles debido a que el arrendatario tiene la obligación de restituir la cosa arrendada al término del contrato, pero si se consumió con su uso, no podrá restituirla. (Artículo 1916 Código Civil). Otra cosa distinta sería que el agricultor le arrendara maquinaria a la fuente con el fin de transportar el agua. Ahora no hay que perder de vista que sí procede el arrendamiento del Derecho de Aprovechamiento de Aguas, ya que es un derecho real, y el titular puede disponer de él libremente, pudiendo venderse, arrendarse, etc.

- En atención al Principio de la autonomía de la voluntad que prima en nuestro derecho privado, se le faculta a las partes la posibilidad de celebrar cualquier tipo de contrato, determinando ellas mismas su contenido, efectos y duración, siempre teniendo en consideración el respeto a la ley, el orden público y las buenas costumbres. Dicho esto, la fuente con el agricultor podrían celebrar un contrato innominado donde podrían tomarse en consideración los siguientes aspectos.
- En caso de que se estipule pagar el precio en cuotas por los volúmenes de agua, se podría pactar una cláusula de aceleración, bajo el supuesto de que si no se cumple con una de las cuotas de varias en el tiempo oportuno, se haga exigible la totalidad de la obligación.
- Se podría pactar cláusula penal.
- Se podría pactar una cláusula que modifique la responsabilidad contractual de la Empresa. En virtud de la cual, la culpa de la Sanitaria se vería atenuada o aumentada en caso que no cumpla el contrato, ya que no entregó la calidad de agua exigida por el Decreto Supremo 90, pero siempre teniendo en consideración de verse expuesta a las multas que irroge dicho incumplimiento frente a la autoridad respectiva.

2. También en este sentido, se podrían transferir los derechos de aguas sobre el derrame pertenecientes a la empresa ESVAL mediante el contrato de cesión de derechos. En el caso que planteamos se presentan las siguientes particularidades que paso a describir:
 - El agricultor en este escenario a su vez también podría comercializar sus derechos con terceros, a menos que se pactara lo contrario.
 - Se podría pactar una cláusula penal a favor de ambas partes, así se evitaría ir a la justicia a probar los perjuicios ya que estos se presumen de derecho. Libro IV título XI, artículos 1535 y sgtes. Código Civil.
3. Otro aspecto a considerar es que ESVAL podría pactar con la SOC. AGRICOLA SAN ANTONIO LTDA, la canalización de las respectivas aguas servidas, pudiendo producirse los siguientes escenarios.
 - El agricultor va poder postular al subsidio del Estado, para obras de riego y drenaje según se establece en de la Ley 18.450.
 - La Empresa Sanitaria deberá que cumplir con la normativa sobre calidad de agua, contemplada en el Decreto Supremo N ° 90, quedando expuesta a las respectivas multas cursadas por la autoridad respectiva.
 - El agricultor tendrá que cumplir con la NCh 1333.
 - El agricultor tendrá que constituir una servidumbre de acueducto con el objetivo de conducir las aguas hacia las hectáreas destinadas al cultivo de los duraznos conserveros. Siempre teniendo en consideración la responsabilidad extracontractual en caso que se produzcan daños a terceros. (Artículo 2314 y sgtes. Código Civil.)

4. Otro aspecto que tiene relevancia, se refiere al concepto de la Responsabilidad social Empresarial de la Sanitaria. Por ello, ésta no sólo tendría que buscar la comercialización de los volúmenes de las aguas por derrame, sino que también entregar a la comunidad o en este caso a los agricultores del sector ciertas concesiones y aportes con el fin de que estos puedan cubrir de mejor manera sus necesidades de regadío, ya que el subsidio que entrega el Estado es limitado. Esto lleva consigo un efecto multiplicador para la comunidad del sector, dónde todos se beneficiarían. Por ejemplo en caso de ESVAL, ésta mejoraría su posición e identificación con la comunidad, mientras la SOC SAN ANTONIO podría alcanzar un mayor desarrollo, generar más puesto de trabajo, otorgar mejores condiciones a sus trabajadores, etc.

5. En relación a lo que debe entenderse por servidumbre de acueducto, la podemos definir como el derecho que tiene el dueño de un predio o de un establecimiento industrial o que tiene un pueblo de conducir aguas que le son necesarias a través de un predio ajeno. Se encuentra dentro de la clasificación de servidumbres legales de utilidad privada y se deben demandar judicialmente a través del procedimiento sumario, es decir no operan de pleno derecho, requiriendo de una sentencia judicial. (Artículos 841, 861 Código Civil, 76 Código de Aguas, 680 Código de Procedimiento Civil.). Los requisitos para su constitución son los siguientes:
 - Necesidad de conducir aguas.

 - El dueño del predio dominante debe tener un derecho de disponer de las aguas que se pretendan conducir, para eso debe probar que puede disponer del agua que desea conducir.

- El interesado debe el pago de las indemnizaciones que corresponden al dueño del predio sirviente y las expensas que requiera su constitución, como el precio de todo el terreno que fuere ocupado.

4.10 Análisis del impacto agroproductivo, legal y económico

Las perspectivas para la industria del durazno conservero son tremendamente positivas. Una reducción fuerte en los volúmenes mundiales de esta fruta, la pérdida de competitividad de países exportadores, el auge de la pulpa, entre otros factores, explican porque se está hablando que vendrán buenos años para el sector.

El primer antecedente interesante según cálculos de la entidad gremial, la superficie plantada en el país actualmente asciende a 7.800 hectáreas, aproximadamente, cifra que muestra un leve incremento con las 7.321 há existentes en 2005. En cuanto a la distribución, la zona más importante es la Sexta Región con 3.500 há, seguida por la Quinta Región con 2.650 há y la Región Metropolitana 1.400 há.

La principal variedad plantada en Chile es Doctor Davis, con 1.090 há, que representa el 14,9% de la superficie nacional. Chile produjo el año pasado 260 mil toneladas a diferencia de lo que sucedió en 2001 cuando nuestro país generó 120 toneladas

Dos compañías grandes (Agrozzi y Aconcagua Foods) acaparan cerca del 60% de las compras nacionales del durazno conservero. Pese a esta realidad, de todas formas hay varias otras empresas que se dedican a este rubro como Pentzke, Bozzolo, Wasil, entre otras. Esta concentración de la industria se repite en el resto de los países productores del mundo. Las perspectivas que tienen las industrias conserveras dan cuenta que la escasez mundial de este tipo de duraznos generará una tendencia al alza en los precios que se paga por el kilo de este carozo.

El futuro se ve optimista según distintos actores de la industria. Por años, Chile enfrentó una competencia desigual de la Unión Europea debido a los altos

subsidios que la comunidad entregaba a su industria. Hoy, la caja de durazno griego se vende al mismo precio que la fruta chilena. En cuanto a las perspectivas futuras, los países productores del Hemisferio Norte tienen serios problemas debido a los altos costos de la mano de obra y la baja del tipo de cambio que en Europa ha sido brutal, encareciendo el costo de las exportaciones. A esto se suma que nuestros competidores del Hemisferio Sur son pocos y están con muchos problemas. Argentina tiene duraznos en Mendoza, pero cuentan con una gran limitante: el clima, que les impide crecer. Sudáfrica tiene inconvenientes poblacionales y de escasez de agua. Más grave aún es el caso de Australia que enfrenta una sequía que se extiende por tres años, que simplemente disminuyó en forma ostensible su producción. En tanto, Nueva Zelanda tiene un volumen considerado menor. Así se llega a Chile, el único país del Hemisferio Sur capaz de proveer los futuros volúmenes que va a requerir el mundo en materia de durazno en conserva¹.

¹ Extracto citado de Pro Chile, Revista Mundo del Agro.

5 Riego agrícola con aguas tratadas de PTAs Aguas ANDINAS (Melipilla)

5.1 Descripción básica del proyecto

Se presenta un resumen del proyecto “Uso de fuentes de agua no convencional en riego para el predio denominado Fundo Huechún de propiedad de Agrícola Ariztía Limitada”, correspondiente al estudio “Diagnóstico de fuentes de agua no convencionales en el regadío interregional”, que actualmente está realizando el Departamento de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción, y encargado por la Comisión Nacional de Riego. En Apéndice 11 se presenta un detalle de todo lo relevante al pre-diseño de proyecto.

El estudio se realizó en el predio denominado Fundo Huechún ubicado en las coordenadas 289.680 m E y 6.272.660 m S (elevación 169 m) pertenecientes a la comuna de Melipilla (Figura 89).

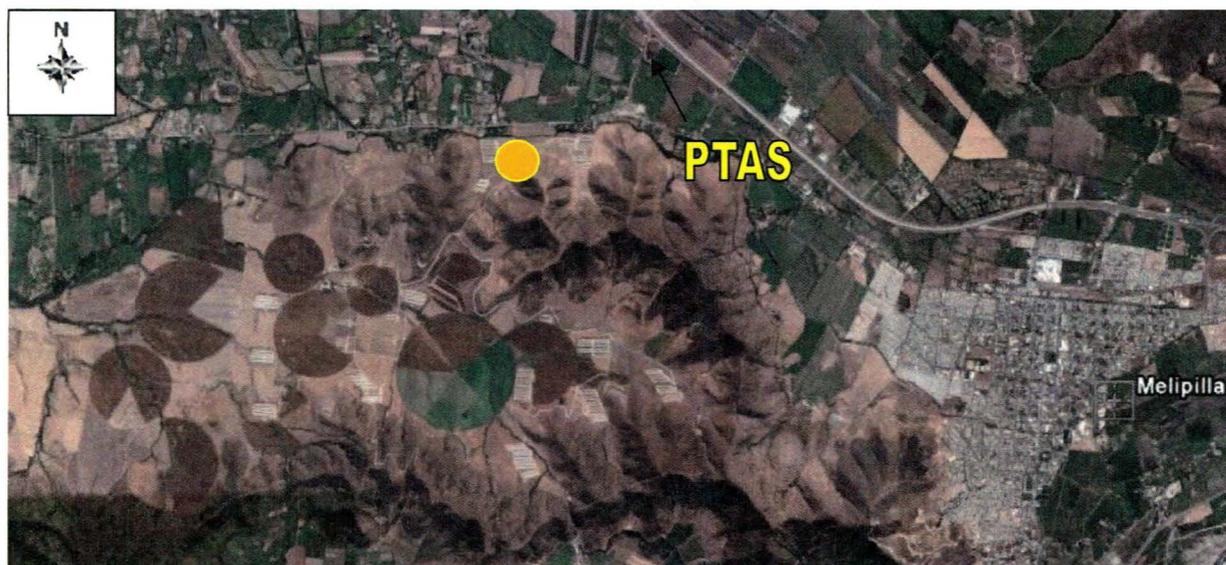


Figura 89: Ubicación del predio en estudio y Planta de Tratamiento de Aguas (PTAS).

El proyecto contempla la impulsión de 100 L s^{-1} desde la descarga de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Melipilla de la empresa Aguas Andinas S.A. hasta el predio denominado Fundo Huechún.

La conducción tiene una longitud de 1220 m en tubería hidráulica PVC 315 mm. Una vez en el predio el agua será descargada en un tranque de acumulación donde se unirá con otros 100 L s^{-1} provenientes del canal Puangue. Agrícola Ariztía posee 5,37 acciones del canal Puangue equivalentes en promedio aproximadamente a $107,4 \text{ L s}^{-1}$ que actualmente son utilizados en el predio.

El proyecto contempla dos tranques de acumulación, uno para las aguas provenientes de la planta de tratamientos y otro para las aguas provenientes del canal. Los tranques estarán excavados en tierra y tendrá una capacidad de 4000 m^3 aprox. Desde el tranque, las aguas (200 L s^{-1} nominales totales) serán conducidas por un canal excavado en tierra hasta una estación de bombeo, la longitud de la conducción será de 690 m. Desde la estación de bombeo las aguas serán impulsadas hasta un canal recolector que conducirá las aguas hasta un tranque de acumulación existente del sistema de riego del predio. Desde este acumulador el agua es distribuida en el predio y alimentará 6 pivotes centrales.

El agua en el predio será utilizada para mejorar la seguridad de riego de 118 ha regadas por 6 pivotes centrales que riegan cultivos anuales de Maíz, Papas y otros de acuerdo al sistema de rotación del predio.

En resumen este proyecto contempla: a) El bombeo de 100 L s^{-1} desde la planta de tratamiento de aguas de Melipilla hasta el predio, b) La construcción de dos tranques de acumulación en tierra c) La conducción de 200 L s^{-1} por un canal intrapredial excavado en tierra de 535 m de longitud, d) El bombeo de 200 L s^{-1} desde una segunda estación de bombeo hasta un canal recolector y e) La conducción mediante un segundo canal intrapredial de 200 L s^{-1} construido en tierra que conducirá las aguas hasta un tranque de acumulación. Este acumulador entregará las aguas a la red de distribución existente del predio.

5.2 Descripción de las Obras

En la Figura 90 se muestran las obras a realizar para el pre-diseño de proyecto, los detalles son mostrados en Apéndice 11.

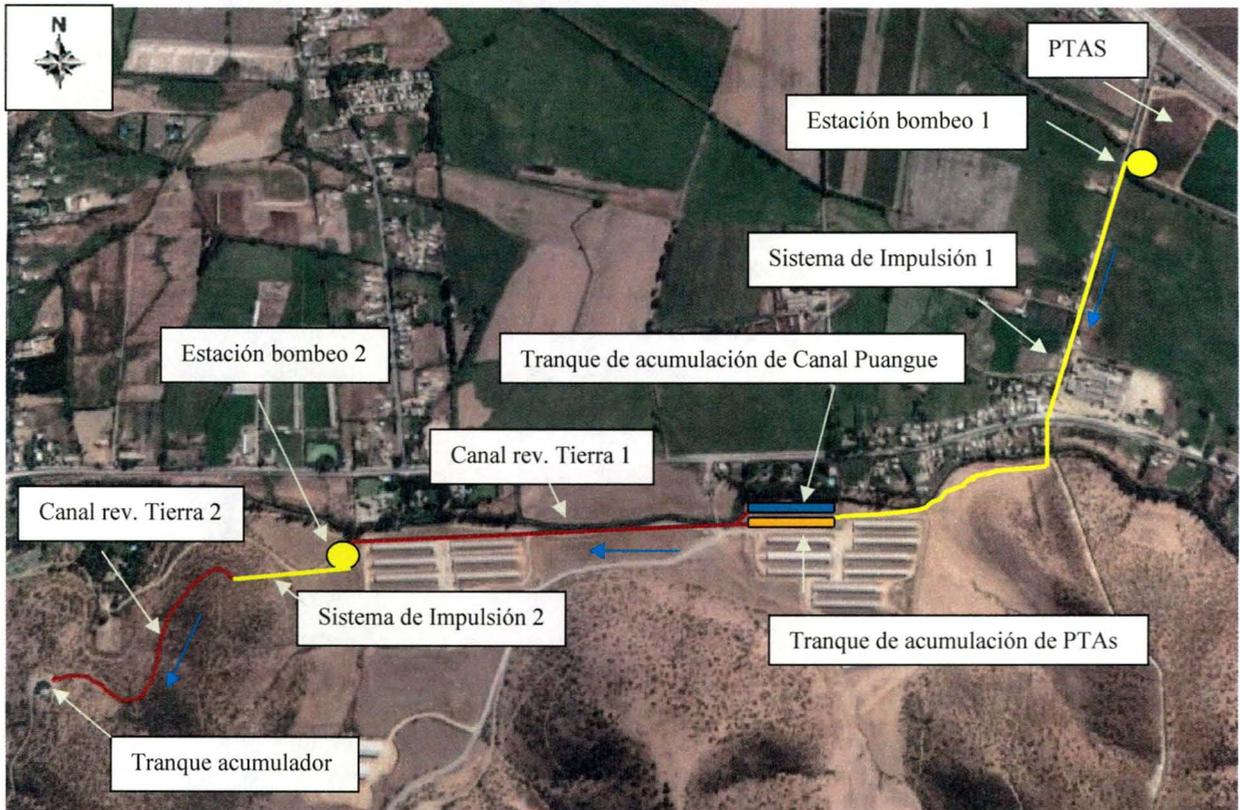


Figura 90: Esquema general de disposición de obras del proyecto.

5.3 Planos

Se incluyen en CD (Planos de proyecto) adjunto al Apéndice 11, los siguientes planos del proyecto:

- Plano de planta del proyecto, incluye obras de captación, conducción y acumulación.
- Perfil longitudinal de la impulsión 1.
- Plano detalle atraveso de camino.
- Plano de planta y cortes transversales de las obras de acumulación.
- Perfiles longitudinales y perfiles transversales del canal de conducción en tierra 1.

- Perfil longitudinal de la impulsión 2.
- Perfiles longitudinales y perfiles transversales del canal de conducción en tierra 2.
- Plano de detalle de las obras. (casetas, alcantarilla, compuertas, etc.)

5.4 *Análisis preliminar de expropiaciones y/o servidumbres*

En Apéndice 11 se presenta la información correspondiente a este punto.

5.5 *Presupuestos*

El costo total del proyecto considerando los sistemas de impulsión, acumulación y conducción por canales se presenta en la siguiente Cuadro. Valores no incluyen IVA.

Cuadro 44: Presupuesto general del proyecto.

PRESUPUESTO GENERAL DE LAS OBRAS
Estudio Prefactibilidad Melipilla

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Instalacion de Faenas	1	gl	364448	364448
Sistema de impulsion 1	1	gl	46200229	46200229
Tran que de acumulacion y mezcla	1	gl	9465291	9465291
Canal en Tierra 1	1	gl	4073388	4073388
Sistema de Impulsion 2	1	gl	45165598	45165598
Canal en Tierra 2	1	gl	2562425	2562425
SUBTOTAL				107831380
Estudio		10%		10783138
Imprevistos		3%		3234941
Gastos Generales		5%		5391569
Utilidades del Contratista		10%		10783138
Supervision y control	1	gl		800000
TOTAL				138824166

El valor de la UF correspondiente al 25 de agosto es de 2009 es de \$20.933,55 y el I.P.C del mes de Julio 2009 es de -0,40% (Var mensual).

El detalle de movimiento de tierra considerado en el presupuesto, se detalla en Anexo 2 CD adjunto.

5.6 Evaluación técnica del proyecto con otras FC

Otras fuentes de agua convencionales que podrían utilizarse con este proyecto son aguas superficiales provenientes de un canal o la captación de aguas subterráneas mediante un pozo profundo.

Si el caudal considerado en este proyecto (100 L s^{-1}) proviniera desde el canal Puangue (del cual actualmente se tienen derechos de aprovechamiento), el proyecto sería considerablemente menor. Solamente se requeriría la implementación de un sistema de bombeo en la actual estación de bombeo y la instalación de una tubería de conducción hasta el tranque acumulador existente en el predio. Partidas consideradas en este proyecto como: impulsión desde la planta de tratamientos, tranques de acumulación y canales de conducción no serían requeridas. Técnicamente el proyecto para el aprovechamiento de 100 L s^{-1} provenientes del canal Puangue sería de mucha menor envergadura que el proyecto presentado y con un costo considerablemente menor.

En el caso de aguas subterráneas disponer de 100 L s^{-1} desde un solo pozo profundo es poco frecuente. Sería muy probable que para obtener dicho caudal sean necesarios más de un pozo o la construcción de un pozo a una gran profundidad. Características más específicas como distancia al o los pozos profundos, distancia del pozo a la fuente más cercana de energía eléctrica, caudal disponible y profundidad del acuífero son características necesarias para una evaluación más precisa. Si la distancia al pozo desde la red del sistema de riego del predio es desmedida o si la profundidad del acuífero es excesiva, la dimensión del equipo de bombeo requerido por el sistema puede implicar que esta alternativa resulte económicamente más desfavorable al compararla con la situación analizada en el presente proyecto. Además la utilización de aguas

subterráneas requiere, tanto la disponibilidad técnica como la disponibilidad legal para la explotación de los recursos de aguas subterráneas en dicha área.

5.7 Evaluación económica

El criterio seleccionado considerará que sólo se dispone de los recursos hídricos y de suelo, por lo tanto, para su evaluación se contemplará la inversión en sistemas de conducción (proyecto propiamente tal), en sistema de aplicación del agua de riego (pivote central; en la contratación de personal a cargo de la prevención de riesgo y plan de contingencia sobre la contaminación del agua, como también, en la inversión de insumos para poder desarrollar una actividad productiva. En este caso, ésta última corresponde a los cultivos de papa y maíz.

Actualmente existen seis pivotes centrales que están regando una superficie de 109 hectáreas, superficie similar a la beneficiada por el proyecto. Para la evaluación económica se considerará la disposición actual de los pivotes centrales, para poder cuantificar de mejor forma algunos costos variables, tal como, el costo energético.

La inversión inicial corresponde a \$311.824.166, la cual, considera el valor del sistema de aplicación de cada sector, el valor de la obra de conducción y el costo de adquirir un terreno donde establecer el sistema de impulsión.

Se considera una producción por hectárea para maíz y papa de 15.000 y 30.000 kg, respectivamente. Por otra parte, el precio por kilo estimado para maíz y papa es de \$115 y \$95.

Costos variables:

- Fertilización.
- Maquinaria Agrícola.
- Costo energético aplicación.
- Costo energético distribución.

Para poder operar las 109 hectáreas se considera un personal mínimo de 1 administrador (\$800.000 al mes) y 3 técnicos agrícolas (\$450.000 al mes cada

uno), no se considera personal administrativo, ya que, se asume que esta actividad la absorberá el personal administrativo con el que cuenta actualmente la empresa. Además, se considera el costo de contratar a una persona que se preocupará de mantener y certificar la calidad del agua (\$6.086.784 temporada), estimando un costo fijo anual de \$31.886.784 temporada.

Se obtiene que la tasa interna de retorno, TIR, corresponda a 14% y el valor actual neto, VAN (10%), corresponde a \$136.268.321.

Debido a que no se disponen de valores comerciales de predios aledaños al sector de inversión, se consideró que el valor comercial corresponderá a 3 veces el valor fiscal. Considerando este criterio, y que el valor fiscal de una hectárea, en sectores aledaños al proyecto, tienen un valor de \$2.000.000, se estimó que el valor comercial de la hectárea asciende a \$6.000.000.

Sin embargo, la superficie requerida para instalar el primer sistema de impulsión es de 100 m², por lo que se considerará adquirir 0,5 hectáreas, ya que, no se puede comprar una superficie menor, a menos que se realice un cambio de uso de suelo. Por lo tanto, el valor de adquisición del terreno para instalar el sistema de impulsión ascenderá a \$3.000.000.

5.8 Evaluación ambiental

Para la identificación de los impactos ambientales que se generarían por el proyecto, se utilizó la metodología de Matriz de Leopold. Esta metodología, permite identificar los distintos impactos que se generan en cada una de las etapas del proyecto sobre los diferentes receptores ambientales.

A partir de esta matriz, se pudo definir la pertinencia de ingreso del proyecto al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en forma de una Declaración de Impacto Ambiental.

Los criterios que se consideran, están contenidos en el artículo 11 de la ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, así como los criterios señalados en el Título II del Reglamento del SEIA.

En el Cuadro 45 se presenta la matriz de Leopold, en la cual se indica la magnitud y persistencia de los impactos (ej. Magnitud/Persistencia). Para el caso de la magnitud, se consideran tres niveles (1 = bajo, 2 = medio, 3= alto), los cuales pueden ser impactos positivos (+) o negativos (-). La persistencia de estos impactos es considerada en tres niveles: (1) cuando la persistencia del impacto se limita al tiempo de la actividad, (2) cuando la persistencia del impacto es mayor al tiempo de la actividad y menor al tiempo total de ejecución del proyecto, (3) cuando la persistencia del impacto es mayor al tiempo de ejecución del proyecto.

Cuadro 45: Matriz de Leopold para proyecto PTAs Melipilla.

Actividad	Aspecto	Receptor ambiental donde afecta el impacto						
		(Magnitud / Persistencia)						
		Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Paisaje	Comunidad
Planificación y definición del área del proyecto	Expropiación							
	Servidumbres							
Instalación de faenas	Despeje de área de instalación	-2 / 1			-2 / 3	-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
	Preparación de terreno	-2 / 1		-2 / 1	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Construcción de oficinas y bodega	-2 / 1		-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-2 / 2	-1 / 1
	Uso de áreas de servicio (comedores y baños)	-1 / 2	-1 / 2				-1 / 2	-1 / 1
	Uso de maquinaria menor	-2 / 1		-1 / 1		-2 / 1	-1 / 1	-2 / 1
	Manejo de residuos generales	-1 / 1	-1 / 2			-1 / 1	-1 / 2	-2 / 2
Administración de personal	Trasporte de personal	-1 / 2				-1 / 2		+3 / 2
	Uso de equipos de seguridad						-1 / 2	+2 / 2
Construcción de aducción	Roce y despeje de la faja	-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Trafico de maquinaria	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Trazado y excavaciones	-2 / 1		-2 / 2	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 2	-2 / 2
	Cruce subterráneo de matriz bajo camino pavimentado	-2 / 1		-2 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-2 / 2	-2 / 1
	Instalación de equipos, tuberías y componentes.	-2 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Relleno de excavaciones	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 2	-2 / 2
Construcción de sistema de tratamiento	Roce y despeje de terreno	-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-1 / 1
	Trafico de maquinaria	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Trazado y excavaciones	-2 / 1		-2 / 2	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
	Construcción de obras (piscina de decantación)	-2 / 1		-2 / 2		-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
	Instalación de equipos, tuberías y componentes.	-2 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-2 / 1	-1 / 1
	Relleno de excavaciones	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
Construcción de sistema de abastecimiento del sistema de riego	Roce y despeje de terreno	-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1	-1 / 1
	Trafico de maquinaria	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 1	-2 / 1
	Trazado y excavaciones	-2 / 1		-2 / 2	-1 / 1	-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
	Instalación de equipos, bombas, tuberías y componentes.	-1 / 1		-1 / 1		-1 / 1	-2 / 1	-1 / 1
	Relleno de excavaciones	-2 / 1		-2 / 1		-2 / 1	-2 / 2	-1 / 1
Operación del sistema	Riego con mezcla de agua	-1 / 3		+2 / 3	+1 / 3	+1 / 3	+2 / 3	-1 / 3
	Mantenimiento y operación del sistema	-1 / 2		+1 / 3	+1 / 3	+1 / 3	+1 / 3	-1 / 3

De la Matriz de Leopold, en la cual se consideran los criterios indicados por la Ley y el reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), en los cuales se establece la pertinencia de realizar un Estudio de Impacto Ambiental, se puede concluir que el Proyecto “ Riego agrícola con agua tratadas de PTAs de la empresa Aguas ANDINAS en Melipilla” no generará o presentará ninguno de los efectos, características o circunstancias contempladas en el Artículo 11 de la Ley N°19.300 ni en los artículos procedentes del Reglamento del SEIA que amerite la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental. Por lo tanto, resulta plenamente procedente el ingreso al SEIA a través de una Declaración de Impacto Ambiental, bajo la forma de una declaración jurada, en la cual se expresa que el proyecto cumple con la legislación ambiental vigente. El plan de prevención de riesgos y de contingencias es mostrado en Apéndice 11.

5.9 Evaluación legal

También este es un caso de Aguas Servidas que se encuentran Tratadas, por lo que es conveniente precisar que tanto AGUAS ANDINAS como la AGRICOLA ARIZTIA LTDA son propietarios de Derechos de Aguas, con lo cual parece adecuado plantearse las siguientes situaciones:

1. En el caso de que Empresa Sanitaria con el Agricultor celebren un contrato de compraventa sobre los volúmenes de las aguas servidas que se encuentran tratadas, pueden suscitarse los siguientes escenarios:
 - El agricultor va poder postular al financiamiento del Estado, en virtud de lo que se establece en la ley 18.450 sobre riego agrícola.
 - La Empresa va tener que cumplir con lo pactado, siempre teniendo como base lo establecido en el Decreto Supremo N ° 90, viéndose expuesta si no cumple a la aplicación de multas decretadas por la autoridad respectiva y acciones entabladas en su contra por el agricultor, que

buscan la resolución o el cumplimiento del contrato más indemnización de perjuicios, según lo establecen las normas civiles.

- Pactar en el contrato que los volúmenes de agua se deben entregar por temporada de riego, en razón a los meses en que se necesita y usa de este bien.
- A su vez, la fuente podría resguardarse del posible incumplimiento oportuno del agricultor de pagar el precio, estableciendo una cláusula penal en su favor, que es una institución que regula nuestra legislación civil y que consiste en una evaluación anticipada y convencional de los perjuicios en caso que llegue a pagarse el precio con retardo, quedando la indemnización fijada con anticipación y sin necesidad de entrar a probar los perjuicios en juicio posterior.(Artículo 1535 y sgtes Código Civil).
- En cuanto a los plazos de duración del contrato suscrito entre la Empresa Sanitaria y el agricultor, es importante dejar constancia que la duración de dicho contrato será aquella que fijen en las Bases de los Concursos para optar al fondo respectivo. En otras palabras, en materia de plazos debe existir necesariamente una concordancia entre el contrato a suscribir y la resolución de la adjudicación por parte de la Comisión de Riego, en conformidad a la Ley 18.450. Dichos plazos tienen un mínimo fijado por ley, el cual depende del tipo de negocio jurídico que se suscriba.
- El agricultor tendría que constituir una Servidumbre de Acueducto con el propósito de conducir dichas aguas hasta su predio. Siempre teniendo en consideración que los predios sirvientes deben ser indemnizados por el terreno que fuere ocupado y las mejoras afectadas por la construcción de dicho acueducto. Agregando a lo planteado las indemnizaciones correspondientes en caso de perjuicios ocasionados por construcción del acueducto, filtraciones, derrames y desbordes que puedan imputarse a

defectos de construcción o mal manejo del mismo.(Libro I título VII n °1 c) de las servidumbres, artículo 76 y sgtes. Código de Aguas.)

- Concordante con lo anterior, si el acueducto llegase a producir algún daño a los predios colindantes, por ejemplo, contamina sus campos impidiendo el normal cultivo, se vería expuesto el agricultor como titular del acueducto a ser demandado de indemnizaciones de perjuicios por concepto de responsabilidad extracontractual. (Artículo 2314 y sgtes del Código Civil.)
- La Empresa podría resguardarse en caso de que el precio se pague en cuotas, constituyendo una hipoteca en su favor sobre el predio que es titular el agricultor, esto dependerá del grado de confianza que exista entre las partes involucradas y la situación económica del beneficiario. Siempre tomando en consideración la cantidad de hectáreas del agricultor, ya que de esta manera le sería conveniente desde el punto de vista comercial la constitución de dicha institución jurídica.
- La Sanitaria con el agricultor podrían pactar que no se comercien los volúmenes de agua con terceros, en virtud del principio de la autonomía de la voluntad.
- También podrían considerarse otras cauciones a favor de la Empresa, por ejemplo una boleta bancaria de garantía, póliza de seguro o pagaré notarial.
- Desde el punto de vista tributario, la Sanitaria en caso que venda volúmenes de aguas servidas no solo al beneficiario si no también a terceros, podría estar afecta al pago del impuesto al valor agregado, ya que estaría adoptando la calidad de vendedor, debido a su habitualidad en las ventas de dichos volúmenes de agua según la calificación que

haga el Servicio de Impuestos Internos. (Artículo 2 n ° 3 del Decreto Ley n ° 825, artículos 2 letra l) y 4 del Decreto supremo n ° 55.)

- Hay que señalar que el arrendamiento de volúmenes de agua no tiene cabida, ya que en este tipo de contrato la regla es que pueden arrendarse todas cosas corporales e incorpóreas; muebles e inmuebles salvo las cosas consumibles debido a que el arrendatario tiene la obligación de restituir la cosa arrendada al término del contrato, pero si se consumió con su uso, no podrá restituirla. Artículo 1916 Código Civil. Otra cosa distinta sería que el agricultor le arrendara maquinaria a la Sanitaria con el fin de transportar el agua. Ahora no hay que perder de vista que bajo los supuestos dados, sí procede el arrendamiento del Derecho de Aprovechamiento de Aguas, ya que es un derecho real, y el titular puede disponer de él libremente, pudiendo venderse, arrendarse, etc.
2. En atención al Principio de la autonomía de la voluntad que prima en nuestro derecho privado, se le faculta a las partes la posibilidad de celebrar cualquier tipo de contrato, determinando ellas mismas su contenido, efectos y duración, siempre teniendo en consideración el respeto a la ley, el orden público y las buenas costumbres. Dicho esto, la Empresa con el agricultor podrían celebrar un contrato innominado donde podrían tomar en consideración los siguientes aspectos.
- En caso de que se estipule pagar el precio en cuotas por los volúmenes de agua, se podría pactar una cláusula de aceleración, bajo el supuesto de que si no se cumple con una de las cuotas de varias en el tiempo oportuno, se haga exigible la totalidad de la obligación.

- Se podría pactar cláusula penal.
 - Se podría pactar una cláusula que modifique la responsabilidad contractual de la Empresa. En virtud de la cual, la culpa de la Sanitaria se vería atenuada o aumentada en caso que no cumpla el contrato, ya que no entregó la calidad de agua exigida por el Decreto Supremo N ° 90, pero siempre teniendo en consideración de verse expuesta a las multas que irroge dicho incumplimiento frente a la autoridad respectiva.
3. También en este sentido se podrían transferir los derechos de aguas pertenecientes a la empresa AGUAS ANDINAS sobre el derrame mediante el contrato de cesión de derechos. En el caso que planteamos se presentan las siguientes particularidades que paso a describir:
- El agricultor en este escenario a su vez también podría comercializar sus derechos con terceros, a menos que se pacte lo contrario.
 - Se podría pactar una cláusula penal a favor de ambas partes, así se evitaría ir a la justicia a probar los perjuicios ya que estos se presumen de derecho. Libro IV título XI, artículos 1535 y sgtes. Código Civil.
4. Otro aspecto a considerar es que AGUAS ANDINAS podría pactar con el beneficiario, la canalización de las respectivas aguas servidas, pudiendo producirse los siguientes escenarios.
- El agricultor va poder postular al subsidio del Estado, para obras de riego y drenaje según se establece en de la Ley 18.450.

- La Empresa Sanitaria tendrá que cumplir con la normativa sobre calidad de agua, contemplada en el Decreto Supremo N ° 90. Viéndose expuesta a las respectivas multas cursadas por la autoridad respectiva.
 - El agricultor tendrá que constituir una servidumbre de acueducto con el objetivo de conducir las aguas hacia las hectáreas destinadas a los cultivos de trigo, papa y maíz. Siempre teniendo en consideración la responsabilidad extracontractual en caso que se produzcan daños a terceros. (Artículo 2314 y sgtes. Código Civil).
5. Otro aspecto que tiene relevancia, se refiere a la aplicación práctica del concepto de la Responsabilidad Social Empresarial por parte de la Empresa Sanitaria. Por ello, la misma no sólo tendría que buscar exclusivamente la comercialización de los volúmenes de las aguas sobre el derrame, sino que también entregar a la comunidad o en este caso a los agricultores del sector ciertas concesiones y aportes con el fin de que estos puedan cubrir de mejor manera sus necesidades de regadío, ya que el subsidio que entrega el Estado es limitado. Esto lleva consigo un efecto multiplicador para la comunidad del sector, dónde todos se beneficiarían, por ejemplo AGUAS ANDINAS tendría una mejor identificación con la comunidad, el beneficiario podría crear más puesto de trabajo, ofrecer mejores condiciones a sus trabajadores, etc.
6. En relación a lo que debe entenderse por servidumbre de acueducto, la podemos definir como el derecho que tiene el dueño de un predio o de un establecimiento industrial o que tiene un pueblo de conducir aguas que le son necesarias a través de un predio ajeno. Se encuentra dentro de la clasificación de servidumbres legales de utilidad privada y se deben demandar judicialmente a través del procedimiento sumario, es decir no operan de pleno derecho, requiriendo de una sentencia judicial. (Artículos

841, 861 Código Civil, 76 Código de Aguas, 680 Código de Procedimiento Civil.). Los requisitos para su constitución son los siguientes:

- Necesidad de conducir aguas.
- El dueño del predio dominante debe tener un derecho de disponer de las aguas que se pretendan conducir, para eso debe probar que puede disponer del agua que desea conducir.
- El interesado debe el pago de las indemnizaciones que corresponden al dueño del predio sirviente y las expensas que requiera su constitución, como el precio de todo el terreno que fuere ocupado.

5.10 Análisis del impacto agroproductivo, legal y económico

La Región Metropolitana dispone de buenas vías de acceso nacional e internacional y una alta densidad poblacional, que es su principal mercado consumidor. Además tiene acceso a materias primas y mano de obra calificada, lo que ha generado que tenga el mayor número de industrias del país.

En términos provinciales es en Melipilla donde se dedica la mayor cantidad de superficie de la región al cultivo, con más del 37,4%. En cuanto a las comunas, es Melipilla la con mayor superficie sembrada con más de 29 mil hectáreas.

Como consecuencia de la expansión agroproductiva en nuestro país, se ha incrementado notablemente el uso de los suelos. La introducción de sistemas de riego tecnificado (especialmente zona central), ha aumentado la eficiencia en el uso de los recursos hídricos e incorporado nuevos espacios a la producción

Los cultivos tradicionales como papa y maíz mantienen su importancia en la zona; con la integración del riego tecnificado se han incrementado considerablemente las producciones por hectárea. Con esto, la superficie cultivada de estas dos especies no ha aumentado, pero sí, se ha intensificado manteniendo estándares para competir con otros mercados gracias a las buenas prácticas

agrícolas. Durante los últimos años se han estancado los precios para ambos mercados, producto de las menores expectativas de exportación de los principales abastecedores del comercio mundial.

Chile es más bien un importador de productos derivados de la papa, siendo los bastones pre-fritos congelados (papas preparadas congeladas) el principal producto importado, proveniente principalmente de la Argentina. En términos de valor los siguen las importaciones de papas Snack (preparadas sin congelar), el puré de papas y las papas para consumo frescas. No obstante, las exportaciones chilenas de derivados de papa tuvieron un importante crecimiento durante los últimos años (2007-2008), dando al agricultor oportunidades para competir en este nuevo nicho.

Para el cultivo del maíz existen diversas alternativas de comercialización, como por ejemplo, industria alimenticia (granos, aceites vegetales, etc.) e industria forrajera, otro potencial y emergente mercado destinar el cultivo a la producción de alcohol y biodisel. Además, se utiliza el almidón de maíz en reemplazo del petróleo para producir butanol, empresas de plastificados, resinas, adhesivos, lacas, saborizantes, fluido de frenos, plásticos biodegradables, dextina y dextosa (alimentación y drogas farmacéuticas). En síntesis, el agricultor debe pensar en trabajar para crear demanda y darle usos diversos con valor agregado a un cultivo que es altamente productivo.

Con la seguridad de riego, el agricultor puede planificar sus producciones, ganancias y mercados objetivos, brindándole una sustancial oportunidad de competencia. Para el caso particular de Agrícola Ariztía Ltda., se mantienen compromisos con la empresa Everscrips para la comercialización de sus producciones de papa. . Por otro lado, si el precio del maíz no satisface las expectativas del productor, puede comercializar sus productos tanto para industria alimenticia como para la elaboración de subproductos más sofisticados como lo es el biodisel, o la amplia gama de derivados.

CAPÍTULO VII: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES

El desarrollo del presente Estudio, permitió recabar información relevante del estado actual de los recursos hídricos en la zona de estudio. En general, estos recursos presentan disponibilidades bastante menores a las requeridas por la demanda de los distintos rubros, que se desarrollan en cada cuenca de interés. Ésta reducida disponibilidad, se asocia al uso ineficiente de los recursos, a la falta de juntas de vigilancia y comunidades de agua bien constituidas en algunas cuencas, por la baja eficiencia de conducción y distribución de las aguas superficiales, y por la explotación clandestina e indiscriminada de los acuíferos. Por otra parte, el Estado, se encuentra desarrollando obras como la construcción de nuevos sistemas de conducción, el mejoramiento de sistemas ya existentes y la construcción de obras de acumulación, que están en etapa de evaluación. Estas obras vendrían a paliar las deficiencias en la oferta de algunas cuencas, permitiendo aumentar las superficies de riego y dar seguridad a la agricultura que se desarrolla en la zona.

No obstante lo anterior, en muchos casos, existen agricultores o superficies agrícolas que no se verán beneficiados por las obras de mejoramiento, dado que se encuentran fuera de la zona de impacto de los distintos proyectos. Es por ello, que la utilización de fuentes de agua no convencionales para el regadío inter regional, permitiría suplir la deficiencia de algunos agricultores en forma puntual, según la distribución espacial de estas fuentes y de las características de descarga de la misma.

Como resultado del estudio, se definió que las “Fuentes No Convencionales de Agua”, corresponden a las aguas que no se encuentra regidas por el actual Código de Aguas. Esto quiere decir, que no se encuentren formando parte de un cuerpo de agua superficial y/o subterráneos.

En lo referente a la propiedad del agua que descargan estas Fuentes, se concluyó que para el caso de las Empresas Sanitarias y Agroindustrias, la

pertenencia le corresponde a las Fuentes hasta el punto donde se realiza la descarga de sus aguas, instante en el cual pasa a ser catalogado como un derrame, con la implicancia de formar parte de un bien nacional y ser regido por el Código de Aguas.

En el caso de desalinización de aguas de mar, hay una ausencia de reglas que reglamenten el uso de estas aguas, con la implicancia que no existe impedimento de tomarlas y desalinizarlas para el uso que se quiera, contando con la licencia ambiental. Respecto de las subterráneas saladas, si el punto de extracción está en territorio continental, quedará regido por el Código de Aguas y deberá pedirse el correspondiente derecho de aprovechamiento a la DGA.

En el caso de cosecha de lluvias, se aplica el principio de LIBRE CAPTACIÓN, mientras no caigan o se precipiten en cauces públicos. El único límite es ser dueño del terreno o contar con la autorización del dueño (si es ciudad la Municipalidad, o si es Bien Público el Ministerio de Bienes Nacionales) del terreno donde se instalarán las obras de captación de ellas. No se requiere obtener permiso alguno si se realizan en suelo propio y no se requiere tener derecho de aprovechamiento pues el uso de las aguas lluvias es un derecho absoluto e intrínseco del dueño del terreno donde se precipitan.

La Estimulación de Lluvia, se realiza con el fin de generar un aumento en las precipitaciones, lo cual, incrementaría los caudales de los cuerpos de agua superficiales, como también se producirán aportes a los cuerpos subterráneos. Es por ello desde el punto de vista legal, la solicitud de derechos de aprovechamiento sobre estos incrementos en los caudales, está sujeto al tipo de programa de estimulación de lluvia. Esto quiere decir, a que si la estimulación se realiza continuamente o sólo en eventos puntuales, lo cual cambia el escenario de disponibilidad de caudal en los cursos superficiales y subterráneos (recarga). Aspectos legales sobre el aprovechamiento de las aguas que se generan por estas prácticas, son similares a las consideradas en la Cosecha de Lluvia.

Para el caso de Atrapanieblas, no existe ninguna reglamentación conocida. La consideración que se deben tener, es referente a la propiedad de los terrenos

donde se emplazan las estructuras de captación, lo cual se ajustaría a las mismas condiciones sobre la propiedad de las aguas para la Cosecha de Lluvia.

La Recarga Artificial de Acuíferos, se encuentra regulada a través del Código de Aguas (Decreto con fuerza de Ley N° 1.112), en los artículos 66, 67 y 68. En estos artículos, se plantea que la DGA podrá otorgar provisionalmente derechos de aprovechamiento incluidas aquellas zonas que haya declarado de restricción. En dichas zonas, la citada Dirección limitará prudencialmente los nuevos derechos, pudiendo incluso dejarlos sin efecto en caso de constatar perjuicios a los ya constituidos. Los derechos de aprovechamiento provisionales otorgados para los casos en que se demuestre la recarga artificial de acuíferos por un particular, subsistirán mientras persista la recarga artificial. La Dirección General de Aguas declarará la calidad de derechos definitivos a petición de los interesados y previa comprobación de la instalación de sistemas de medida en las obras y de la información que se obtenga. Sin perjuicio de lo establecido en el inciso primero del artículo 67, y no siendo necesario que anteriormente se haya declarado zona de restricción, previa autorización de la Dirección General de Aguas, cualquier persona podrá ejecutar obras para la recarga artificial de acuíferos, teniendo por ello la preferencia para que se le constituya un derecho de aprovechamiento provisional sobre las aguas subterráneas derivadas de tales obras y mientras ellas se mantengan.

En lo referente a la calidad de las aguas catalogadas como no convencionales, su uso agrícola se encuentra regido por la NCh 1.333. Esta normativa se aplica en forma única a nivel nacional, lo cual se considera como una limitante frente a la variabilidad en la calidad natural de las aguas a lo largo de Chile. Se han generado múltiples discusiones referentes a la necesidad de modificar esta normativa, con el objetivo de definir normas de riego por zonas, según la calidad natural de los cuerpos de agua y de los niveles de toxicidad permitidos por los cultivos que se desarrollan en cada zona. La modificación de esta normativa, requiere amplios estudios sobre tolerancias de los cultivos, según distintas prácticas de manejo y zonas geográficas, con las implicancias que esto conlleva.

La norma 1.333 define los límites máximos permitidos para uso de agua en riego, los cuales difieren en algunos parámetros con las normas que regulan las descargas de algunas Fuentes. En algunos casos, es necesario implementar sistemas de tratamiento de aguas que para el rubro de la agricultura, hacen inviables la utilización de estas aguas, debido a los altos costos de inversión y operación de los sistemas tecnológicos disponibles en el mercado. Es por ello que el Estado, debe fomentar y financiar el desarrollo de tecnologías que sean asequibles para la agricultura, como a su vez, de considerar subsidios en tecnología que potencien la utilización de esta fuente.

Las aguas descargadas por las Empresas Sanitarias y Agroindustrias, están regidas por el DS90, el cual en el caso de los cloruros, excede el valor máximo permitido por la NCh 1.333 para su uso en riego. En estos casos, la opción más favorable es la dilución de estas aguas con aguas limpias, lo cual hace necesario que el agricultor disponga de derechos de aprovechamiento que permitan alcanzar los niveles de dilución necesarios para el cumplimiento de la normativa de riego.

La disponibilidad de derechos de aprovechamiento, que permitan cumplir con los niveles de dilución requeridos por las FNC, se ven seriamente limitadas por la disponibilidad de estos derechos en el mercado. El actual mercado del agua, posee una estructura muy flexible, la cual permite que los derechos de agua sean adjudicados al mejor postor, que en el caso de las aguas de la zona norte, correspondería a las empresas mineras. Los precios que actualmente están siendo pagados por estas empresas, es el factor principal que restringe la oferta de agua para la sustentabilidad y desarrollo de la agricultura.

Para el caso de Atrapanieblas, no es necesario aplicar sistemas de tratamiento de estas aguas, pero la inversión de las obras de captación, conducción y aplicación, no permiten que estos proyectos sean rentables, dadas las características de escala de desarrollo agrícola que se puede obtener, a partir de los potenciales volúmenes de agua que pueden ser captados. Es por ello, que la implementación de estos sistemas de captación, requieren de la participación del Estado, considerando que la implementación de estos sistemas de captación,

si bien no aportan significativamente al desarrollo agrícola, si poseen una componente social muy importante.

En el caso de desalinización, la tecnología disponible en el mercado, hace inviable a corto plazo la utilización de estas aguas para riego agrícola, es por ello que se considera prudente entre las políticas y lineamientos del Estado, potenciar la desalinización de agua de mar para el abastecimiento de agua potable para las ciudades y para el uso de la minería, en forma conjunta. Esto podría conllevar a la liberación de derechos de agua a precios que sean asequibles para la agricultura, permitiendo el desarrollo armónico entre la agricultura y la minería.

La implementación de proyectos de utilización de aguas no convencionales para el regadío inter-regional, pasan por la necesidad de disponer de distintos instrumentos de financiamiento estatales, que permitan garantizar la rentabilidad en su utilización. En la actualidad, se están llevando adelante nuevas iniciativas para satisfacer la demanda de crédito rural, entre las que cabe mencionar la reforma de los bancos de desarrollo agrícola, con miras a que adquieran modos de operación regidas por el mercado, en su prestación de servicios crediticios a clientes rurales pequeños y medianos. Al mismo tiempo, algunas instituciones de microfinanzas están procurando transferir a las zonas rurales las tecnologías microcrediticias que aplican en las zonas urbanas.

Por otro lado existen programas de instituciones gubernamentales destinadas a beneficiar a los agricultores con modalidades de financiamiento según sus necesidades específicas y montos de subsidio o bonificación de hasta el 90% de los proyectos agrícolas presentados a concurso en estas instituciones, ejemplo de ello son: CORFO, SENCE, INDAP, FOSIS, CNR, que mediante las políticas de Estado, son las encargadas de administrar recursos destinados exclusivamente al área agrícola, con miras a la superación de la pobreza y en la búsqueda que los agricultores no migren hacia las ciudades. También es importante destacar que estos programas gubernamentales, benefician directamente a los medianos y pequeños agricultores, sin embargo, también están dirigidos a grandes empresarios como es el caso de la ley de fomento al riego.

Para el caso del riego, los programas de bonificación y/o subsidio son muy diversos y en general dependen de la zona geográfica en donde éstos son concursables, ya que están acorde con las necesidades de los agricultores por zona, aunque también existen a nivel nacional. Por otro lado, es importante el aporte del estado hacia la capacitación y entrega de herramientas para los pequeños empresarios en la ejecución de sus proyectos de riego.

Recomendación de líneas futuras de acción

El Consultor, basado en todos los antecedentes y resultados obtenidos en el presente estudio, considera que la Comisión Nacional de Riego debería seguir las siguientes líneas de acción, para aumentar en la oferta de los recursos hídricos de las cuencas en estudio:

- Reforzar los planes de acción para la conformación y fortalecimiento de las organizaciones de usuarios de agua. Esto permitirá realizar una administración de los recursos hídricos existentes, que garantice un aprovechamiento óptimo y equitativo de estos recursos.
- Continuar con el financiamiento de obras de conducción y acumulación de aguas a través de la Ley 18.450, lo cual permitiría aumentar las eficiencias de conducción y garantizar la seguridad de riego para cada cuenca.
- Liderar un trabajo con otras instituciones (SAG, SISS, DGA, Servicio Nacional de Salud, Universidades e Institutos de Investigación), para la formulación de una propuesta para el cambio de normativa sobre calidad de agua para uso agrícola (NCh 1.333: Requisitos de calidad de agua para diferentes usos). Esto tiene relación a la necesidad de disponer de normas de calidad de agua por zona geográfica (valores máximos permisibles), lo cual se justifica en la variabilidad en la calidad natural de las aguas desde el norte al sur de Chile. Esto permitiría disminuir las necesidades de aplicar sistemas de tratamiento complejos y de alto costo para la agricultura, permitiendo de esta manera cumplir con los estándares de calidad nacional, manteniendo a su vez la rentabilidad de los productores.

- Es necesario realizar planes de inversión en estudios tecnológicos para sistemas de tratamientos que sean asequibles para la agricultura. Esto potenciaría la utilización de FNC en el riego agrícola, lo que permitiría aumentar la superficie de riego y/o dar seguridad de riego.
- La utilización de FNC para el riego agrícola es una fuente de agua que posee un potencial alto para el desarrollo agrícola a diferentes escalas de producción. En este aspecto, a modo de ejemplo, en el Informe de Gestión del Sector Sanitario, elaborado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, se indican las descargas del territorio en estudio en el año 2007, que alcanzan aproximadamente un total de $23 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ y se considera que existe una proyección para el año 2018 de $28 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, los cuales poseen un gran potencial de ser utilizados en la agricultura.
- Por su impacto social y su carácter innovativo, se recomienda realizar programas destinados al fomento de la construcción de sistemas de captación de agua mediante el uso de atrapanieblas, y la capacitación de las comunidades agrícolas para la operación y mantención de estos sistemas. Esta iniciativa permitirá mejorar las condiciones de estas comunidades que se basan en una agricultura de subsistencia.
- Frente a la necesidad de acumular los excedentes de agua invernal, es recomendable fomentar el desarrollo de sistemas de recarga artificial de aguas subterráneas, como una política de mejoramiento de la sustentabilidad de los sistemas de agua subterránea a escala de cuenca. Para esto, es necesario realizar un trabajo exhaustivo en la caracterización de la interacción entre los sistemas de aguas subterráneas y superficiales y de la forma como naturalmente se recargan los acuíferos.

Bibliografia

Abou-Hadid, A. F. (2003), 'The Use of Saline Water in Agriculture in the Near East and North Africa Region: Present and Future', *Journal of Crop Production* **7**, 299-323.

Abu-Awwad, A. M. & Shatanawi, M. R. (1997), 'Water harvesting and infiltration in arid areas affected by surface crust: examples from Jordan', *Journal of Arid Environments* **37**(3), 443 - 452.

Abusam, A. (2008), 'Reuse of greywater in Kuwait', *International Journal of Environmental Studies*, **65**, 103-108.

Abu-Zreig, M.; Attom, M. & Hamasha, N. (2000), 'Rainfall harvesting using sand ditches in Jordan', *Agricultural Water Management* **46**(2), 183 - 192.

Adnani, M. E.; Boughrous, A. A.; Khebiza, M. Y.; Gharmali, A. E.; Sbai, M. L.; Errouane, A. S.; Idrissi, L. L. & Nejmeddine, A. (2007), 'Impact of Mining Wastes on the Physicochemical and Biological Characteristics of Groundwater in a Mining Area in Marrakech (Morocco)', *Environmental Technology*, **28**, 71-82.

Al-bahoua, M.; Al-Rakafa, Z.; Zakia, H. & Ettouneyb, H. (2007), 'Desalination experience in Kuwait', *Desalination* **204**, 403-415.

Al-Karaghoul, A.; Renne, D. & Kazmerski L. (2009), 'Solar and wind opportunities for water desalination in the Arab regions', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Article in Press

Angelakis, A. & Durham, B. (2008), 'Water recycling and reuse in EUREAU countries: Trends and challenges', *Desalination* **218**(1-3), 3 - 12.

Aquarec 2006. Bixio, D.; Weemaes, M.; Thoeye, C.; Ravazzini, A.; Miska, V.; De-Koning, J.; Cikurel, H.; Aharoni, A.; Muston, M.; Khan, S.; Dillon, P.; Schäfer, A.; Joksimovic, D.; Savic, D.; Wintgens, T.; Tings, A.; Kazner, C.; Lyko, S.; Melin, T. & Rousseau, D. Bixio, D. & Wintgens, T., *Water Reuse System - Management Manual*.

Aquarec 2006a. de Koning, J.; Miska, V. & Ravazini, A., 'Water treatment options in reuse systems', Technical report.

Aquarec 2006b. Wintgens, T. & Hochstrat, R., 'Report on integrated water reuse concepts', Technical report.

Aquarec 2006c. Salgot, M. & E. Huertas, 'Guideline for quality standards for water reuse in Europe', Technical report.

Aquarec 2006d. Gaiker, C. T. *Handbook on feasibility studies for water reuse systems: Integrated Concepts for Reuse of Upgraded Wastewater WP4. Development of analysis tools for social, economic and ecological effects of water reuse.*

Asano, T., (2007). Water reuse: issues technologies, and applications. McGraw-Hill c2007 xxxviii, 1570 p, New York, USA.

Ashour, N. I.; Serag, M. S.; El-Haleem, A. K. A. & Mekki, B. B. (1997), 'Forage production from three grass species under saline irrigation in Egypt', *Journal of Arid Environments* **37**(2), 299 - 307.

Badilla-Ohlbaum, R.; Ginocchio, R.; Rodríguez, P.H.; Céspedes, A.; González, S.; Allen, H. & Lagos, E. (2001). Effect of soil copper content on copper load of selected crop plants in central Chile. *Environmental Toxicology and Chemistry*. **20**, 2749-2757.

Baghalian, K.; Haghiry, A.; Naghavi, M. R. & Mohammadi, A. (2008), 'Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.)', *Scientia Horticulturae* **116**(4), 437 - 441.

Bahmanyar, M. A. (2008), 'Cadmium, Nickel, Chromium, and Lead Levels in Soils and Vegetables under Long-Term Irrigation with Industrial Wastewater', *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **39**, 2068-2079.

Bahmanyar, M. A. (2008), 'Effects of Long-Term Irrigation using Industrial Wastewater on Soil Properties and Elemental Contents of Rice, Spinach, Clover, and Grass', *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **29**, 1620-1629.

Barnston, A., Glantz M., y He Y. (1999). Predictive skill of statistical and dynamical climate models in SST forecasts during the 1997-98 El Niño episode and the 1998 La Niña onset. *The Bulletin of the American Meteorological Society*, 80:217–243.

Barros, M.; Magán, A.; Valiño, S.; Bello, P.; Casares, J. & Blanco, J. (2009), 'Identification of best available techniques in the seafood industry: a case study', *Journal of Cleaner Production* **17**, 391-399.

Baumgartner, D. J.; Glenn, E. P.; Moss, G.; Thompson, T. L. & Artiola, J. F. (2000), 'Effect of Irrigation Water Contaminated with Uranium Mill Tailings on Sudan Grass, *Sorghum vulgare* var. *sudanense*, and Fourwing Saltbush, *Atriplex canescens*', *Arid Soil Research and Rehabilitation* **14**, 43-57.

Bixio, D.; Thoeye, C.; Koning, J. D.; Joksimovic, D.; , D. S.; Wintgens, T. & Melin, T. (2006), 'Wastewater reuse in Europe', *Desalination* **187**, 89-101.

Bixio, D.; Thoeye, C.; Wintgens, T.; Ravazzini, A.; Miska, V.; Muston, M.; Chikurel, H.; Aharoni, A.; Joksimovic, D. & Melin, T. (2008), 'Water reclamation and reuse: implementation and management issues', *Desalination* 218(1-3), 13-23.

Blanco, J.; Malato, S.; Fernández-Ibañez, Alarcón, D.; Gernjak, W. & Maldonado, M.I. (2008), 'Review of feasible solar energy applications to water processes', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Article in Press

Blecker, S.; Connolly, S.; Cardon, G. & Kelly, E. (2009), 'The role of mining and agricultural activity in creating coexisting but divergent soils, San Luis Valley, Colorado, USA', *Geoderma* 148, 384-391.

Blumenthal, U.; Mara, D. D.; Peasey, A.; Ruiz, G. & Stott, R. (2000), 'Guidelines for the microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: recommendations for revising WHO guidelines', *Bulletin of the World Health Organization* 78, 1104-1116.

Bórquez, R. (2007), 'Análisis del escenario actual de los glaciares de montaña en Chile desde la mirada de la seguridad ecológica.', Master's thesis, Universidad de Chile.

Bórquez, R. 2007. Análisis del escenario actual de los glaciares de montaña en Chile desde la mirada de la seguridad ecológica. Memoria de Título, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Boukhoubza, F.; Boughrous, A. A. I.; Yacoubi_Khebiza, M.; Jail, A.; Hassani, L.; Idrissi, L. L. & Nejmeddine, A. (2008), 'Impact Of Olive Oil Wastewater On The Physicochemical And Biological Quality Of Groundwater In The Haouz Plain, South Of Marrakesh (Morocco)', *Environmental Technology* 29, 959-974.

Brady, P.; Kottenstette, R.; Mayer, T. & Hightower, M. (2005). 'Inland Desalination: Challenges and Research Needs'. *Journal of Contemporary Water Research & Education*. 132 46-51

Brissaud, F. (2008), 'Criteria for water recycling and reuse in the Mediterranean countries', *Desalination* **218**(1-3), 24 - 33.

Bruins, H. J. (1990), 'Water harvesting for plant production: Reij, C., Mulder, P. and Begemann, L. Washington, D.C.: The World Bank, World Bank Technical Paper Number 91, 1988, 123 pp.', *Applied Geography* **10**(4), 359 - 359.

Cade-Idepe (2004), 'Diagnostico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad.', Technical report, Dirección General de Aguas.

Cai, S.; Yue, L.; Shang, Q. & Nordberg, G. (1995), 'Cadmium exposure among residents in an area contaminated by irrigation water in China', *Bulletin of the World Health Organization* **73**, 359-367.

Cajuste, L. J.; Vazquez, A. & Miranda, E. (2001), 'Long - Term Changes in the Extractability and availability of lead, Cadmium, and Nickel in Soils under Wastewater Irrigation', *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **33**, 3325-3333.

Campos, C. (2008), 'New perspectives on microbiological water control for wastewater reuse', *Desalination* **218**(1-3), 34 - 42.

Campos, H.; Díaz, G. & Campos, C. (2007), 'Aportes sedimentarios de los ríos Lluta y San José en la zona costera de la Rada de Arica, Chile', *Idesia (on line)* **25**, 37-48.

Carrasco, C. F. (1999),'Disponibilidad de agua y desarrollo sustentable en la Región de Tarapacá. "XIII Congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental AIDIS - Chile. Antofagasta, octubre de 1999'.

Carrasco, J. (2006), 'Comportamiento reciente de la línea de nieve en la región central de Chile.', Technical report, Dirección Meteorológica de Chile y Centro de Estudios Científicos de Valdivia.

Carrasco, J. 2006. Comportamiento reciente de la línea de nieve en la región central de Chile. Dirección Meteorológica de Chile y Centro de Estudios Científicos de Valdivia. Disponible en:

[http://www2.ing.puc.cl/ich/DIHA%203.0/Seminarios/-](http://www2.ing.puc.cl/ich/DIHA%203.0/Seminarios/-Carrasco%20%203%20mayo.pdf)

Carrasco%20%203%20mayo.pdf , Leído el 10 de diciembre de 2008.

Carter, D. & Miller, S. (1991), 'Three years experience with an on-farm macro-catchment water harvesting system in Botswana', *Agricultural Water Management* **19**(3), 191 - 203.

Cazalac (2002). 'Aplicación de metodologías para determinar la eficiencia de uso del agua estudio de caso en la región de Coquimbo. RODHOS Asesorías y Proyectos Ltda; Gobierno Regional - Región de Coquimbo. Coquimbo, Chile.

Cazurra, T. (2008), 'Water reuse of south Barcelona's wastewater reclamation plant', *Desalination* **218**(1-3), 43 - 51.

Cereceda, P.; b, H. L.; Osses, P.; Farías, M. & Egaña, I. (2008), 'The climate of the coast and fog zone in the Tarapacá Region, Atacama Desert, Chile', *Atmospheric Research* **87**, 301-311.

Cereceda, P.; Larrain, H.; Osses, P.; Farías, M. & Egaña, I. (2008), 'The spatial and temporal variability of fog and its relation to fog oases in the Atacama Desert, Chile', *Atmospheric Research* **87**, 312-323.

Chancellor, F.; Lawrence, P. & Atkinson, E. (1996), 'A method for evaluating the economic benefit of sediment control in irrigation systems', Technical report, HR Hallingford Group Limited.

Chandra, R.; Bharagava, R.; Yadav, S. & Mohan, D. (2009), 'Accumulation and distribution of toxic metals in wheat (*Triticum aestivum* L.) and Indian mustard (*Brassica campestris* L.) irrigated with distillery and tannery effluents', *Journal of Hazardous Materials* **162**, 1514-1521.

Chiu, Y.; Liaw, C. & Chen, L. (2009), 'Optimizing rainwater harvesting systems as an innovative approach to saving energy in hilly communities', *Renewable Energy* **34**(3), 492 - 498.

Cirelli, G.; Consoli, S. & Grande, V. D. (2008), 'Long-term storage of reclaimed water: the case studies in Sicily (Italy)', *Desalination* **218**(1-3), 62 - 73.

Clark, D. R.; Green, C. J.; Allen, V. G. & Brown, C. P. (1999), 'Influence of salinity in irrigation water on forage sorghum and soil chemical properties', *Journal of Plant Nutrition* **22**, 1905-1920.

Clus, O.; Ortega, P.; Muselli, M.; Milimouk, I. & Beysens, D. (2008), 'Study of dew water collection in humid tropical islands', *Journal of Hydrology* **361**(1-2), 159 - 171.

Coates, W. (2005), 'Tree species selection for a mine tailings bioremediation project in Peru', *Biomass and Bioenergy* **28**, 418-423.

Cobb K., Charles CH., Cheng H. y L. Edwards (2003). El Niño/Southern Oscillation and tropical Pacific climate during the last millennium. *Nature* **424**: 271-276.

COCHILCO (2008), Comisión Chilena de Cobre, 'Buenas Prácticas y uso eficiente de agua en la industria minera' Impresión Quebecor World, Santiago, Chile. Disponible desde internet en www.cochilco.cl/pdf/libro_final.pdf.

CONAMA (2002), D.S. N°46/2002. Norma de emisión para la descarga de residuos líquidos a aguas subterráneas.

CONAMA. D.S. N° 90/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia - Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

Cortacáns, J. A. (2008), 'Water reuse planning and management: the point of view of a contractor-operator', *Desalination* **218**(1-3), 74 - 80.

Cowden, J. R.; Jr., D. W. W. & Mihelcic, J. R. (2008), 'Stochastic rainfall modeling in West Africa: Parsimonious approaches for domestic rainwater harvesting assessment', *Journal of Hydrology* **361**(1-2), 64 - 77.

Creed, I. F.; Sass, G. Z.; Wolniewicz, M. & Devito, K. J. (2008), 'Incorporating hydrologic dynamics into buffer strip design on the sub-humid Boreal Plain of Alberta', *Forest Ecology and Management* **256**(11), 1984 - 1994.

Critchley W, K Siegert. (1991), 'Water harvesting. Manual for the desing and construction of water harvesting schemes for plant production'. Roma, Italia. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/U3160E/U3160E00.htm>

Custodio, E.AIH-GE, ed. (1997), *La evaluación de la recarga a los acuíferos en la Planificación Hidrológica*, AIH-GE.

Davies, P. A. (2005), 'Wave-powered desalination: resource assessment and review of technology', *Desalination* **186**, 97-109.

de España., I. T. G. (1995), 'Conoce las aguas subterráneas, recarga artificial de acuíferos.', Technical report, Instituto Tecnológico Geominero de España.

de Koning, J.; Bixio, D.; Karabelas, A.; Salgot, M. & Schäfer, A. (2008), 'Characterisation and assessment of water treatment technologies for reuse', *Desalination* **218**(1-3), 92 - 104.

De la Fuente, L. (2007) . 'Balance Hídrico de una cuenca patagónica antropizada. Aplicación a la cuenca del río Simpson'. Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería. Concepción, Chile.

de Winnaar, G.; Jewitt, G. & Horan, M. (2007), 'A GIS-based approach for identifying potential runoff harvesting sites in the Thukela River basin, South Africa', *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* **32**(15-18), 1058 - 1067.

Delgado, A. & García, L. (2007), 'Status of solar thermal-driven reverse osmosis desalination', *Desalination* **216**, 242-251.

Delpiano, R. (1998), 'Reuso Agrícola de aguas claras de relaves mineros', Gestión de la Calidad de Agua, disponible en internet en www.rlc.fao.org/es/tierra/pdf/gestio/tema21.pdf, 87-98.

DGA (2003), 'Evaluación de los recursos hídricos sectores Calama y Llalqui, cuenca del río Loa / Ministerio de Obras Públicas, Departamento de Estudios y Planificación.', Technical report, Dirección General de Aguas.

DGA 2008. Evaluación preliminar de alternativas de mitigación de contaminantes en el río Lluta a partir de una caracterización de las fuentes de contaminación, Ministerio de Obras Públicas, Departamento de Estudios y Planificación; DICTUC S.A.

DGA. 1987. Balance hídrico de Chile. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas (DGA), Santiago, Chile, 58 pp.

DGA. 1999. Política nacional de Recursos Hídricos. Ministerio de Obras Públicas, Dirección general de Aguas (DGA), Santiago, Chile, 58 pp.

DGA. 2004. Diagnostico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Preparado por Cade- Idepe, Consultores en Ingeniería para el Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas.

DGA. 2007a. Estimaciones de demanda de agua y proyecciones futuras zona I norte: regiones I a IV / Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Departamento de Estudios y Planificación; Ayala, Cabrera y Asociados Ingenieros Consultores.

DGA. 2007b. Estimaciones de demanda de agua y proyecciones futuras zona II norte: Regiones V a XII y Región Metropolitana / Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Departamento de Estudios y Planificación; Ayala, Cabrera y Asociados Ingenieros Consultores.

Dillon, P.; Pavelic, P.; Toze, S.; Rinck-Pfeiffer, S.; Martin, R.; Knapton, A. & Pidsley, D. (2006), 'Role of aquifer storage in water reuse', *Desalination* **188**, 123-134.

Dong, D.; Zhao, X. & X. Hua, M. G. (2009), 'Investigation of the potential mobility of Pb, Cd and Cr(VI) from moderately contaminated farmland soil to groundwater in Northeast, China', *Journal of Hazardous Materials* **162**, 1261-1268.

Elhassadi, A. (2008), 'Horizons and future of water desalination in Libya', *Desalination* **220**, 115-122.

Enezi, G. A.; Hamoda, M. F. & Fawzi, N. (2005), 'Heavy Metals Content of Municipal Wastewater and Sludges in Kuwait', *Journal of Environmental Science and Health* **39**, 397-407.

Escalante, E. (2005), 'Recarga artificial de acuíferos en cuencas fluviales. Aspectos cualitativos y medioambientales. Criterios técnicos derivados de la experiencia en la Cubeta de Santiuste (Segovia)', PhD thesis, Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Geodinámica de la Facultad de Ciencias Geológicas.

Estrela, M.; Valiente, J.; Corell, D. & Millán, M. (2008), 'Fog collection in the western Mediterranean basin (Valencia region, Spain)', *Atmospheric Research* **87**, 324-337.

Fahey, B. & Jackson, R. (1997), 'Hydrological impacts of converting native forests and grasslands to pine plantations, South Island, New Zealand', *Agricultural and Forest Meteorology* **84**(1-2), 69 - 82.

Fernández-Cirelli, A. & Ojeda, C. (2008), 'Wastewater management in Greater Buenos Aires, Argentina', *Desalination* **218**(1-3), 52 - 61.

Figueroa J.P. 2004. Las aguas subterráneas en el mundo. Revista Chileriego. 17, (Julio 2004), Comisión Nacional de Riego, Santiago, Chile, 25 – 27.

Fleskens, L.; Stroosnijder, L.; Ouessar, M. & Graaff, J. D. (2005), 'Evaluation of the on-site impact of water harvesting in southern Tunisia', *Journal of Arid Environments* **62**(4), 613 - 630.

Fooladmand, H. R. & Sepaskhah, A. R. (2004), 'Economic analysis for the production of four grape cultivars using microcatchment water harvesting systems in Iran', *Journal of Arid Environments* **58**(4), 525 - 533.

Forzieri, G.; Gardenti, M.; Caparrini, F. & Castelli, F. (2008), 'A methodology for the pre-selection of suitable sites for surface and underground small dams in arid areas: A case study in the region of Kidal, Mali', *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* **33**(1-2), 74 - 85.

Fox, P.; Rockström, J. & Barron, J. (2005), 'Risk analysis and economic viability of water harvesting for supplemental irrigation in semi-arid Burkina Faso and Kenya', *Agricultural Systems* **83**(3), 231 - 250.

Frot, E.; van Wesemael, B.; Benet, A. & House, M. (2008), 'Water harvesting potential in function of hillslope characteristics: A case study from the Sierra de Gador (Almeria province, south-east Spain)', *Journal of Arid Environments* **72**(7), 1213 - 1231.

Furumai, H. (2008), 'Rainwater and reclaimed wastewater for sustainable urban water use', *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* **33**(5), 340 - 346.

García, L. & Delgado, A. (2007), 'Solar-powered Rankine cycles for fresh water production', *Desalination* **212**, 319-327.

Garcia, L. (2002), 'Seawater desalination driven by renewable energies: a review', *Desalination* **143**, 103-113.

Ginocchio, R. & Narváez, J. (2002). 'Importancia de la forma química y de la matriz del sustrato en la toxicidad por cobre en *Noticastrum sericeum* (Less.) Less. Ex Phil'. *Revista Chilena de Historia Natural*. **75**, 603-612.

Ginocchio, R.; Santibáñez, C. & León, P. (2007), 'Fitoestabilización de Tranques de Relaves en Chile: un Aporte al Cierre de Desechos Mineros Masivos', Technical report, CIMM, INIA, CORFO.

GIORGI F. (2005). Climate Change prediction. *Climatic Change* **73**: 239–265.

Goel, A. & Kumar, R. (2005), 'Economic analysis of water harvesting in a mountainous watershed in India', *Agricultural Water Management* **71**(3), 257 - 266.

González, I.; Muena, V.; Cisternas, M. & Neaman, A. (2008), 'Acumulación de cobre en una comunidad vegetal afectada por contaminación minera en el valle de Puchuncaví, Chile central', *Revista Chilena de Historia Natural* **81**, 279-291.

Grattan, S. R. & Oster, J. D. (2003), 'Use and Reuse of Saline-Sodic Waters for Irrigation of Crops', *Journal of Crop Production* **7**, 131-162.

Grimm A., Barros V., y M. Doyle (2000). Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events. *Journal of Climate*, 13:35–58.

Gronewold, A. D. & Wolpert, R. L. (2008), 'Modeling the relationship between most probable number (MPN) and colony-forming unit (CFU) estimates of fecal coliform concentration', *Water Research* **42**(13), 3327 - 3334.

Hartley, T. W. (2006), 'Public perception and participation in water reuse', *Desalination* **187**, 115-126.

Hasson, D. & Semiat, R. (2006), 'Scale Control in Saline and Wastewater Desalination', *Israel Journal of Chemistry* **46**, 97-104.

Hatibu, N.; Mutabazi, K.; Senkondo, E. & Msangi, A. (2006), 'Economics of rainwater harvesting for crop enterprises in semi-arid areas of East Africa', *Agricultural Water Management* **80**(1-3), 74 - 86.

He, X.; Cao, H. & Li, F. (2007), 'Econometric analysis of the determinants of adoption of rainwater harvesting and supplementary irrigation technology (RHSIT) in the semiarid Loess Plateau of China', *Agricultural Water Management* **89**(3), 243 - 250.

Hernández, F.; Urkiaga, A.; las Fuentes, L. D.; Bis, B.; Chiru, E.; Balazs, B. & Wintgens, T. (2006), 'Feasibility studies for water reuse projects: an economical approach', *Desalination* **187**, 253-261.

Hochstrat, R.; Wintgens, T. & Melin, T. (2008), 'Development of integrated water reuse strategies', *Desalination* **218**(1-3), 208 - 217.

Hochstrat, R.; Wintgens, T.; Melin, T. & Jeffrey, P. (2006), 'Assessing the European wastewater reclamation and reuse potential - a scenario analysis', *Desalination* **188**, 1-8.

Holt, P. & James, E. (2006), 'Wastewater reuse in the Urban Environment: selection of technologies', Technical report, Landcom.

Houtte, E. V. & Verbauwheide, J. (2008), 'Operational experience with indirect potable reuse at the Flemish Coast', *Desalination* **218**(1-3), 198 - 207.

Hudson-Edwards, K. A.; Macklin, M. G.; Jamieson, H. E.; Brewer, P. A.; Coulthard, T. J.; Howard, A. J. & Turner, J. N. (2003), 'The impact of tailings dam spills and clean-up operations on sediment and water quality in river systems: the Ríos Agrio–Guadiamar, Aznalcóllar, Spain', *Applied Geochemistry* **18**, 221-239.

Huertas, E.; Salgot, M.; Hollender, J.; Weber, S.; Dott, W.; Khan, S.; Schäfer, A.; Messalem, R.; Bis, B.; Aharoni, A. & Chikurel, H. (2008), 'Key objectives for water reuse concepts', *Desalination* **218**(1-3), 120 - 131.

Husain, T. & Ahmed, A. H. (1997), 'Environmental and Economic Aspects of Wastewater Reuse in Saudi Arabia', *Water International* **22**, 108-112.

Hussain, I.; Raschid, L.; Hanjra, M. A.; Marikar, F. & van der Hoek, W. (2002), 'Wastewater Use in Agriculture : Review of Impacts and Methodological Issues in Valuing Impacts', Technical report, International Water Management Institute.

Iannacone, J. & Alvariño, L. (2005), 'Ecotoxicological effects of three heavy metals on the root growth of four vascular plants', *Agricultura Técnica* **65**, 198-203.

Idowu, O. A.; Lorentz, A.; Annandale, J. G.; McCartney, M. P. & Jovanovic, N. Z. (2008), 'Assessment of the Impact of Irrigation with Low-quality Mine Water on Virgin and Rehabilitated Soils in the Upper Olifants Basin', *Mine Water Environ* **27**, 2-11.

Iglesias, R. & Ortega, E. (2008), 'Present and future of wastewater reuse in Spain', *Desalination* **218**(1-3), 105 - 119.

Indelicato, S.; Destri, O. L. & Tamburino, V. (1984), 'Wastewater irrigation. Lysimeter investigation on water quality aspects.', *Environmental Technology Letters* **5**, 383-388.

Instituto de Asuntos Públicos Universidad de Chile, 2005. Informe País, Estado del Medio Ambiente en Chile.

Instituto Nacional de Normalización; INN. 1987. NCH 1333 Of. 78. Requisitos de calidad de aguas para diferentes usos.

Jaber, J. O. & Mohsen, M. S. (2001), 'Evaluation of non-conventional water resources supply in Jordan', *Desalination* **136**(1-3), 83 - 92.

Jiménez, B. & Chávez, A. (1997), 'Treatment of Mexico City Wastewater for Irrigation Purposes', *Environmental Technology* **18**, 721-729.

Joksimovic, D. (2006), 'Decision Support System for Planning of Integrated Water Reuse Projects', PhD thesis, University of Exeter, School of Engineering.

Joksimovic, D.; Savic, D.; Walters, G.; Bixio, D.; Katsoufidou, K. & Yiantsios, S. (2008), 'Development and validation of system design principles for water reuse systems', *Desalination* **218**(1-3), 142 - 153.

Kahinda, J. M.; Lillie, E.; Taigbenu, A. E.; Taute, M. & Boroto, R. (2008), 'Developing suitability maps for rainwater harvesting in South Africa', *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* **33**(8-13), 788 - 799.

Kahinda, J.; Taigbenu, A. E. & Boroto, J. R. (2007), 'Domestic rainwater harvesting to improve water supply in rural South Africa', *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* **32**(15-18), 1050 - 1057.

Kalavrouziotis, I. K.; Pantazis, V. N.; Vissikirsky, V. A. & Stepashko, V. S. (2006), 'Irrigation of Forest Species with Wastewater and Sludge: Experiments, Modeling, and Qualitative Assessment', *Instrumentation Science and Technology* **34**, 727-742.

Kalavrouziotis, I.; Robolas, P.; Koukoulakis, P. & Papadopoulos, A. (2008), 'Effects of municipal reclaimed wastewater on the macro- and micro-elements status of soil and of Brassica oleracea var. Italica, and B. oleracea var. Gemmifera', *Agricultural Water Management* **95**(4), 419 - 426.

Kalthoff, N.; Fiebig-Wittmaack, M.; Meiflner, C.; Kohler, M.; Uriarte, M.; Bischoff-Gaufl, I. & Gonzales, E. (2006), 'The energy balance, evapotranspiration and nocturnal dew deposition of an arid valley in the Andes', *Journal of Arid Environments* **65**(3), 420 - 443.

Kalthoffa, N.; Fiebig-Wittmaackb, M.; MeiXnera, C.; Kohlera, M.; Uriarte, M.; Bischoff-GauX, I. & Gonzalesd, E. (2006), 'The energy balance, evapotranspiration and nocturnal dew deposition of an arid valley in the Andes.', *Journal of Arid Environments* **65**, 420-443.

Kamizoulis, G. (2008), 'Setting health based targets for water reuse (in agriculture)', *Desalination* **218**(1-3), 154 - 163.

Kang, M. S.; Kim, S. M.; Park, S. W. & Lee, J. J. (2007), 'Assessment of reclaimed wastewater irrigation impacts on water quality, soil, and rice cultivation in paddy fields', *Journal of Environmental Science and Health* **42**, 439-445.

Karagiannis, I. C. & Soldatos, P. G. (2008), 'Water desalination cost literature: review and assessment', *Desalination* **223**, 448-456.

Karaivazoglou, N.; Papakosta, D. & Divanidis, S. (2005), 'Effect of chloride in irrigation water and form of nitrogen fertilizer on Virginia (flue-cured) tobacco', *Field Crops Research* **92**(1), 61 - 74.

Kashiwa, B. & Kashiwa, C. B. (2008), 'The solar cyclone: A solar chimney for harvesting atmospheric water', *Energy* **33**(2), 331 - 339.

Khawajia, A. D.; Kutubkhanaha, I. .. K. & Wieb, J. M. (2008), 'Advances in seawater desalination technologies', *Desalination* **221**, 47-69.

Khaydarov, R. A. & Khaydarov, R. R. (2007), 'Solar powered direct osmosis desalination', *Desalination* **217**, 225-232.

Kim, S. M.; Park, S. W.; Lee, J. J.; Benham, B. & Kim, H. K. (2007), 'Modeling and assessing the impact of reclaimed wastewater irrigation on the nutrient loads from an agricultural watershed containing rice paddy fields', *Journal of Environmental Science and Health* **42**, 305-315.

Kocaman, B.; Yaganoglu, A. V. & Angin, I. (2007), 'An Investigation on Natural Wastewater Treatment System and Re-Usability of Wastewater in Irrigation', *Journal of Sustainable Agriculture* **31** (2), 83-90.

Koutsoyiannis D., A. Efstratiadis y K. Georgakos (2007). Uncertainty Assessment of Future Hydroclimatic Predictions: A Comparison of Probabilistic and Scenario-Based Approaches. *Journal of Hydrometeorology* **8**: 261-281.

Koutsoyiannis D., A. Efstratiadis, N. Mamassis y A. Christofides (2008). On the credibility of climate predictions. *Hydrological Sciences Journal*, **53**(4): 671-684.

Kronen, M. (1994), 'Water harvesting and conservation techniques for smallholder crop production systems', *Soil and Tillage Research* **32**(1), 71 - 86.

Kumar, M.; Kumar, N.; Singh, K.; Kumar, P.; Srinivas, K. & Srivastva, A. (2009), 'Integrating water harvesting and gravity-fed micro-irrigation system for efficient water management in terraced land for growing vegetables', *Biosystems Engineering* **102**(1), 106 - 113.

Kurniawan, T. A.; Chan, G. Y.; Lo, W. & Babel, S. (2006), 'Physico-chemical treatment techniques for wastewater laden with heavy metals', *Chemical Engineering Journal* **118**, 83-98.

Lankford, B.; Sokile, C.; Yawson, D. & Léville, H. (2004), 'The River Basin Game: A Water Dialogue Tool', Technical report, International Water Management Institute.

Lattemann, S. & Höpner, T. (2008), 'Environmental impact and impact assessment of seawater desalination', *Desalination* **220**, 1-15.

Lavee, H.; Poesen, J. & Yair, A. (1997), 'Evidence of high efficiency water-harvesting by ancient farmers in the Negev Desert, Israel', *Journal of Arid Environments* **35**(2), 341 - 348.

Lee, M. R. & Correa, J. A. (2005), 'Effects of copper mine tailings disposal on littoral meiofaunal assemblages in the Atacama region of northern Chile', *Marine Environmental Research* **59**, 1-18.

Lee, M.; Correa, J. & Seed, R. (2006), 'A sediment quality triad assessment of the impact of copper mine tailings disposal on the littoral sedimentary environment in the Atacama region of northern Chile', *Marine Pollution Bulletin* **52**, 1389-1395.

Lehto, M.; Sipilä, I.; Sorvala, S.; Hellstedt, M.; Kymäläinen, H. & Sjöberg, A. (2009), 'Evaluation of on-farm biological treatment processes for wastewaters from vegetable peeling', *Environmental Technology* **30**, 3-10.

Leighton, G. (1989), 'Problemas de deterioro en la zona costera de la V Región. Alternativas de solución', *Amb. y Des.* **2**, 57-61.

Li, X.; Shi, P.; Sun, Y.; J-T. & Yang, Z. (2006), 'Influence of various in situ rainwater harvesting methods on soil moisture and growth of *Tamarix ramosissima* in the semiarid loess region of China', *Forest Ecology and Management* **233**(1), 143 - 148.

Li, X.; Xie, Z. & Yan, X. (2004), 'Runoff characteristics of artificial catchment materials for rainwater harvesting in the semiarid regions of China', *Agricultural Water Management* **65**(3), 211 - 224.

Li, X.; Zhao, W.; Song, Y.; Wang, W. & Zhang, X. (2008), 'Rainfall harvesting on slopes using contour furrows with plastic-covered transverse ridges for growing *Caragana korshinskii* in the semiarid region of China', *Agricultural Water Management* **95**(5), 539 - 544.

Lobell D. y M. Burke (2008). Why are agricultural impacts of climate change so uncertain? The importance of temperature relative to precipitation. *Environmental Research Letters* 3: doi:10.1088/1748-9326/3/3/034007.

Lonigro, A.; Rubino, P.; Brandonisio, O.; Spinelli, R.; Pollice, A. & Laera, G. (2007), 'Vegetable crop irrigation with tertiary filtered municipal wastewater', *Plant Biosystems* **141**, 275-281.

Lopez, A. & Vurro, M. (2008), 'Planning agricultural wastewater reuse in southern Italy: The case of Apulia Region', *Desalination* **218**(1-3), 164 - 169.

Lopez, A.; Pollice, A.; Lonigro, A.; Masi, S.; Palese, A.; Cirelli, G.; Toscano, A. & R.Passino (2006), 'Agricultural wastewater reuse in southern Italy', *Desalination* **187**, 323-334.

Madwara, K. & Tarazib, H. (2002), 'Desalination techniques for industrial wastewater reuse', *Desalination* **152**, 325-332.

Mains, D.; Craw, D.; Rufaut, C. G. & Smith, C. M. S. (2006), 'Phytostabilization Of Gold Mine Tailings From New Zealand. Part 2: Experimental valuation Of Arsenic Mobilization During Revegetation', *International Journal of Phytoremediation* **8**, 163-183.

Mains, D.; Craw, D.; Rufaut, C. G. & Smith, C. M. S. (2006), 'Phytostabilization Of Gold Mine Tailings, New Zealand. Part 1: Plant Establishment In Alkaline Saline Substrate', *International Journal of Phytoremediation* **8**, 131-147.

Majali, F.; Ettouneyb, H.; Abdel-Jabbarc, N. & Qiblaweyd, H. (2008), 'Design and operating characteristics of pilot scale reverse osmosis plants', *Desalination* **222**, 441-450.

Marks, J. (2006), 'Taking the public seriously: the case of potable and non potable reuse', *Desalination* **187**, 137-147.

Mathioulakis, E.; Belessiotis, V. & Delyannis, E. (2007), 'Desalination by using alternative energy: Review and state-of-the-art', *Desalination* **203**, 346-365.

Mbilinyi, B.; Tumbo, S.; Mahoo, H. & Mkiramwinyi, F. (2007), 'GIS-based decision support system for identifying potential sites for rainwater harvesting', *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* **32**(15-18), 1074 - 1081.

Mekala, G.; Davidson, B.; Samad, M. & Boland, A. (2008), 'A Framework for Efficient Wastewater Treatment and Recycling Systems', Technical report, International Water Management Institute.

Mendez, M. O. & Maier, R. M. (2008), 'Phytoremediation of mine tailings in temperate and arid environments', *Rev Environ Sci Biotechnol* **7**, 47-59.

Meza F. (2005). Variability of reference evapotranspiration and water demands. association to ENSO in the Maipo river basin, Chile. *Global and Planetary Change*, 47:212–220.

Miller, J. E. (2003), 'Review of Water Resources and Desalination Technologies', Technical report, Sandia National Laboratories.

Miller, J.; Hudson-Edwards, K.; Lechler, P.; Preston, D. & Macklin, M. (2004), 'Heavy metal contamination of water, soil and produce within riverine communities of the Río Pilcomayo basin, Bolivia', *Science of the Total Environment* **320**, 189-209.

Min, S.; Woo, S.; Jae, J.; Benharn, B. & Kwan, H. (2007). ' Modeling and assessing the impact of reclaimed wastewater irrigation on the nutrient loads from an agricultural watershed containing rice paddy fields. *Journal of Environmental Science and Health, Part A.* 42 (3), 305-315.

Ministerio de Minería (1970). D.S. N°86/1970. Reglamento de construcción y operación de tranques de relaves.

Ministerio de Obras Públicas. (1998). Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado. Decreto 609/98, modificado el 15 de julio 2004.

Mitchell, V.; McCarthy, D.; Deletic, A. & Fletcher, T. (2008), 'Urban stormwater harvesting - sensitivity of a storage behaviour model', *Environmental Modelling & Software* **23**(6), 782 - 793.

Mohammad, M & Ayadi, M. (2004). 'Forage yield and nutrient uptake as influenced by secondary treated wastewater', *J. Plant Nutr.* **27** (2004), 351–365

Mohammad, M. & Mazahreh, N. (2003), 'Changes in Soil Fertility Parameters in Response to Irrigation of Forage Crops with Secondary Treated Wastewater', *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **34**, 1281-1294.

Mohsen, M. S. (2004), 'Treatment and reuse of industrial effluents: Case study of a thermal power plant', *Desalination* **167**, 75-86.

Molden, D. by David Molden, E., ed. (2007), *A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*, Earthscan.

Molina, R. (2006). 'El río Loa: Usos y conflictos por el agua en el desierto de atacama. Comunidades indígenas, mineras, ciudades y pueblos'. Santiago, Chile. Disponible en internet en: http://74.125.113.132/search?q=cache:4wo0CotAfWkJ:www.portalcuencas.net/Virtual_Library/Files/402.doc+sector+chiu+chiu,+molina+2006&cd=10&hl=es&ct=clnk&gl=cl

Montecinos A., Díaz A., y Aceituno P. (2000). Seasonal diagnostic and predictability of rainfall in subtropical south america based on tropical pacific SST. *Journal of Climate*, 13:746–758.

Mudd, G. (2008), 'Sustainability Reporting and Water Resources: a Preliminary Assessment of Embodied Water and Sustainable Mining', *Mine Water Environ* **27**, 136-144.

Muñoz, J. R. 2000. Como estamos en casa. Revista Vertiente, Capítulo Chileno de ALHSUD. Santiago, 5 (5), 6- 10.

Mupangwa, W.; Love, D. & Twomlow, S. (2006), 'Soil-water conservation and rainwater harvesting strategies in the semi-arid Mzingwane Catchment, Limpopo Basin, Zimbabwe', *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* **31**(15-16), 893 - 900.

Murillo, J. M.; de la Orden, J.; Armador, J. & Castaño, S. López, J. A. & L. Rodríguez, ed. (2000), *Recarga Artificial de Acuíferos. Síntesis Metodológica. Estudios y Actuaciones Realizadas en la Provincia de Alicante*, Instituto Geológico y Minero de España.

Ngigi, S. N.; Savenije, H. G.; Thome, J. N.; Rockström, J. & de Vries, F. P. (2005), 'Agro-hydrological evaluation of on-farm rainwater storage systems for supplemental irrigation in Laikipia district, Kenya', *Agricultural Water Management* **73**(1), 21 - 41.

Ngigi, S.N. (2003), 'Rainwater harvesting for improved food security: Promising technologies in the Greater Horn of Africa. Greater Horn of Africa. Greater Horn of Africa Rainwater Partnership (GHARP), Kenya Rainwater Association, Nairobi, Kenya. P 266

Nolde, E. (2007), 'Possibilities of rainwater utilisation in densely populated areas including precipitation runoffs from traffic surfaces', *Desalination* **215**(1-3), 1 - 11.

Oliver, D. M.; Fish, R. D.; Hodgson, C. J.; L. Heathwaite, A.; Chadwick, D. R. & Winter, M. (2009), 'A cross-disciplinary toolkit to assess the risk of fecal indicator loss from grassland farm systems to surface waters', *Agriculture, Ecosystems and Environment* **129**, 401-412.

Olivier, J. & de Rautenbach, C. J. (2002), 'The implementation of fog water collection systems in South Africa', *Atmospheric Research* **64**(1-4), 227 - 238.

Olsthoorn (1982), Research with experimental recharge wells in Holland. DWWK Bulletin 14, Artificial Groundwater Recharge , Proceedings of the Intl. Symp. Artificial Recharge Research Results and Practical Applications, Dortmund, 14-18 May, 1979, Verlag Paul Parey, Hamburg/Berlin.

Oort, F. V.; Jongmans, A. G.; Lamy, I. & adn P. Chevallier, D. B. (2008), 'Impacts of long-term waste-water irrigation on the development of sandy Luvisols: consequences for metal pollutant distributions', *European Journal of Soil Science* **59**, 925-938.

Oren, Y. (2008), 'Capacitive deionization (CDI) for desalination and water treatment — past, present and future (a review)', *Desalination* **228**, 10-29.

Orient, R.; Hoogmoed, M.; Ertsen, M.; Foppen, J. W.; Hut, R. & de-Vries, A. (2009), 'Measuring and modeling hydrological processes of sand-storage dams on different spatial scales', *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* **34**(4-5), 289 - 298.

Oron, G.; Gillerman, L.; Buriakovsky, N.; Bick, A.; Gargir, M.; Dolan, Y.; Manor, Y.; Katz, L. & Hagin, J. (2008), 'Membrane technology for advanced wastewater reclamation for sustainable agriculture production', *Desalination* **218**(1-3), 170 - 180.

Ortega 2007. Aportes sedimentarios de los ríos Lluta y San Jose en la zona costera de la rada de Arica, Chile, IDESIA (Chile) **25**(2); 37- 48.

Oweis, T. & Hachum, A. (2006), 'Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa', *Agricultural Water Management* **80**(1-3), 57 - 73.

Pandey, D.; Gupta, A. & Anderson, D. (2003). 'Rainwater harvesting as an adaptation to climate change. *Current Science* **85** (1) 46-59.

Panigrahi, B.; Panda, S. N. & Mull, R. (2001), 'Simulation of water harvesting potential in rainfed ricelands using water balance model', *Agricultural Systems* **69**(3), 165 - 182.

Papadopoulos, F.; Parissopoulos, G.; Papadopoulos, A.; Fdragas, A.; Ntanos, D.; Prochaska, C. & Metaxa, I. (2009), 'Assessment of Reclaimed Municipal Wastewater Application on Rice Cultivation', *Environmental Management* **43**, 135-143.

Patel, P. (2006), 'Water desalination takes a step forward', *Environ. Sci. Technol* **40 (11)**, 3454-3455.

Penning-De-Vries, F.; Sally, H. & Inocencio, A. (2005), 'Opportunities for Private Sector Participation in Agricultural Water Development and Management', Technical report, International Water Management Institute.

Peña, H. 1992. Caracterización de la calidad de las aguas naturales y contaminación agrícola en Chile. Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades afines. Anales de la Consulta de Expertos. FAO, ONU, 75-86.

Peña, H., Abeliuk, R., Cabrera, G., Castillo, J., Muñoz, J., Pérez, F. y Salazar, C. 1990. El problema de la contaminación de las aguas subterráneas en Chile. Revista de la Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica., 5(3), 25-42.

Pérez-Paricio, A. (2001), 'Integrated Modelling of Clogging Processes in Artificial Groundwater Recharge', PhD thesis, Technical University of Catalonia (UPC).

Peters, D. & Ngai, D. D. (2004), 'Agro-Processing Waste Assessment and Management in Peri-Urban Hanoi, Vietnam', *Journal of Sustainable Agriculture* **25(1)**, 69-95.

Pizarro, R.; Flores, J.; Sangüeza, C.; Martínez, E. & García, J. (2004b), 'Diseño de Obras para la conservación de aguas y suelos', FDI-CORFO. Universidad de Talca, Chile.

Pizarro, R.; Sangüeza, C.; Flores, J.; Martínez, E. & Ponce, M. (2004a), 'Revisión y análisis de prácticas tradicionales de conservación de aguas y suelos en zonas áridas y semiáridas de Chile Central'. FDI-CORFO, Universidad de Talca, Chile.

Qadir, M. (2007), 'Agricultural use of marginal-quality water— opportunities and challenges', Technical report, International Water Management Institute.

Qadir, M.; Sharma, B.; Bruggeman, A.; Choukr-Allah, R. & Karajeh, F. (2007), 'Non-conventional water resources and opportunities for water augmentation to achieve food security in water scarce countries', *Agricultural Water Management* **87**(1), 2 - 22.

Qiblawey, H. M. & Banat, F. (2008), 'Solar thermal desalination technologies', *Desalination* **220**, 633-644.

Quinn, J. M.; Boothroyd, I. K. G. & Smith, B. J. (2004), 'Riparian buffers mitigate effects of pine plantation logging on New Zealand streams: 2. Invertebrate communities', *Forest Ecology and Management* **191**(1-3), 129 - 146.

Quintana J. (2004). *Estudio de los factores que explican la variabilidad de la precipitación en Chile en escalas de tiempo interdecadal*. Master's thesis, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Chile.

Rabelo, R. P. (2002), 'Ingeniería Sanitaria y Ambiental: Evaluación de la toxicidad de aguas impactadas por efluentes de relaves mineros mediante el test del desarrollo de raíces de *Allium cepa* (cebolla)', Technical report, AIDIS Argentina.

Radcliffe, J. C. (2006), 'Future directions for water recycling in Australia', *Desalination* **187**, 77-87.

Raschid-Sally, L. & Jayakody, P. (2008), 'Drivers and Characteristics of Wastewater Agriculture in Developing Countries: Results from a Global Assessment', Technical report, International Water Management Institute.

Reddy, K. & Ghaffour, N. (2007), 'Overview of the cost of desalinated water and costing methodologies', *Desalination* **205**, 340-353.

Ren, X.; Jia, Z. & Chen, X. (2008), 'Rainfall concentration for increasing corn production under semiarid climate', *Agricultural Water Management* **95**(12), 1293 - 1302.

Rivera, A., Casassa, G., Acuña, C. y Lange, H. 2000. Variaciones recientes de glaciares en Chile. Revista Investigaciones Geográficas, Universidad de Chile, 34:29-60.

Rivera, A.; Casassa, G.; Acuña, C. & Lange, H. (2000), 'Variaciones recientes de glaciares en Chile. Revista Investigaciones Geográficas', Technical report, Universidad de Chile.

Rousseau, D.; Lesage, E.; Story, A.; Vanrolleghem, P. & Pauw, N. D. (2008), 'Constructed wetlands for water reclamation', *Desalination* **218**, 181-189.

Ryan, J.; Masri, S. & Qadir, M. (2006), 'Nutrient Monitoring of Sewage Water Irrigation: Impacts for Soil Quality and Crop Nutrition', *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **37**, 2513-2521.

SAG (2005), Criterios de calidad de aguas o efluentes tratados para uso en riego, Informe Final, División de Recursos Hídricos, Depto Ingeniería Civil, Universidad de Chile.

Sahuquillo, A.Varela, ed. (1983), *Modelos no lineales. Modelos cuasiagregados. Manantiales. Modelos pluricelulares englobados.*, SGOP-Univ. Polit. de Valencia.

Salazar, C. 2003. Situación de los recursos hídricos en Chile. Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua.

Salgot, M. (2008), 'Water reclamation, recycling and reuse: implementation issues', *Desalination* **218**(1-3), 190 - 197.

Salgot, M.; Huertas, E.; Weber, S.; Dott, W. & Hollender, J. (2006), 'Wastewater reuse and risk: definition of key objectives', *Desalination* **187**, 29-40.

Sancha, A. M. (2005),'Criterios de Calidad de Aguas o Efluentes Tratados para uso en Riego', Technical report, Universidad de Chile.

Santibáñez, C.; C.Verdugo & Ginocchio, R. (2008), 'Phytostabilization of copper mine tailings with biosolids: Implications for metal uptake and productivity of *Lolium perenne*', *Science of the Total Environment* **395**, 1-10.

Santibáñez, C.; Ginocchio, R. & Varnero, M. T. (2007), 'Evaluation of nitrate leaching from mine tailings amended with biosolids under Mediterranean type climate conditions', *Soil Biology & Biochemistry* **39**, 1333-1340.

Sazakli, E.; Alexopoulos, A. & Leotsinidis, M. (2007), 'Rainwater harvesting, quality assessment and utilization in Kefalonia Island, Greece', *Water Research* **41**(9), 2039 - 2047.

Schäfer, A. & Beder, S. (2006), 'Relevance of the precautionary principle in water recycling', *Desalination* **187**, 241-252.

Schemenahuer, R. & Cereceda, P. (1993), 'A Proposed Standardm Fog Collector for Use in High-Elevation Regions', *American Metereological Society* **33**, 1313-1322.

Sekar, I. & Randhir, T. (2007), 'Spatial assessment of conjunctive water harvesting potential in watershed systems', *Journal of Hydrology* **334**(1-2), 39 - 52.

Sepaskhah, A. R. & Fooladmand, H. R. (2004), 'A computer model for design of microcatchment water harvesting systems for rain-fed vineyard', *Agricultural Water Management* **64**(3), 213 - 232.

Sidenko, N. V.; Khozhina, E. I. & Sherriff, B. L. (2007), 'The cycling of Ni, Zn, Cu in the system "mine tailings–ground water–plants": A case study', *Applied Geochemistry* **22**, 20-52.

Srivastava, R. C. (2001), 'Methodology for design of water harvesting system for high rainfall areas', *Agricultural Water Management* **47**(1), 37 - 53.

Stainforth D., Allen M., Tredger E. y L. Smith (2007). Confidence, uncertainty and decision-support relevance in climate predictions. *Philosophical Transactions of The Royal Society* **365**: 2145-2161.

Suleman, S.; Wood, M.; Shah, B. H. & Murray, L. (1995), 'Development of a rainwater harvesting system for increasing soil moisture in arid rangelands of Pakistan', *Journal of Arid Environments* **31**(4), 471 - 481.

Tabor, J. A. (1995), 'Improving crop yields in the Sahel by means of water-harvesting', *Journal of Arid Environments* **30**(1), 83 - 106.

Tejos, M. & Proust, J. (2008), 'Derechos, extracciones y tasas unitarias de consumo de agua del sector minero regiones centro-norte de Chile', Technical report, Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas.

Tijani, M. N. (2009), 'Contamination of shallow groundwater system and soil-plant transfer of trace metals under amended irrigated fields', *Agricultural Water Management* **96**(3), 437 - 444.

Tovar, J. A. (2003), 'Vulnerabilidad Del Agua Subterráne Afrente A La Actividad Minera Y Prevención De La Generación Deaguas Ácidas De Mina Groundwater Vulnerability In Mining Activity And Prevention Of Acid Water Generation', *Revista Latino-Americana de Hidrogeologia* **3**, 99-109.

Toze, S. (2006), 'Water reuse and health risks — real vs. perceived', *Desalination* **187**, 41-51.

Tsubo, M. & Walker, S. (2007), 'An assessment of productivity of maize grown under water harvesting system in a semi-arid region with special reference to ENSO', *Journal of Arid Environments* **71**(3), 299 - 311.

Tsubo, M.; Walker, S. & Hensley, M. (2005), 'Quantifying risk for water harvesting under semi-arid conditions: Part I. Rainfall intensity generation', *Agricultural Water Management* **76**(2), 77 - 93.

Urkiaga, A.; de las Fuentes, L.; Bis, B.; Chiru, E.; Balasz, B. & Hernández, F. (2008), 'Development of analysis tools for social, economic and ecological effects of water reuse', *Desalination* **218**(1-3), 81 - 91.

Valenzuela, S. (2005), Análisis químico comparativo de algunos microelementos presentes en maderas provenientes de plantaciones sobre relave de cobre y en condiciones normales', **Universidad de Talca**.

Van-de-Graaff, R. H. M.; Suter, H. C. & Lawes, S. J. (2002), 'Long-Term Effects of Municipal Sewage on Soils and Pastures', *J. Environ. Sci Health* **37**, 745-757.

Van-Dijk, J. A. (1997), 'Simple methods for soil moisture assessment in water harvesting projects', *Journal of Arid Environments* **35**(3), 387 - 394.

Vásquez, O.; Gardea, J. & Vanderslice, J. (1999), 'Dilution effects on the quality of untreated wastewater used for irrigation along the USA–Mexico border', *International Journal of Environmental Health Research* **9**, 125-129.

Verma, H. & Sarma, P. (1990), 'Design of storage tanks for water harvesting in rainfed areas', *Agricultural Water Management* **18**(3), 195 - 207.

Vissikirsky, V. A.; Stepashko, V. S.; Kalavrouziotis, I. K. & Drakatos, P. A. (2005), 'Growth Dynamics of Trees Irrigated with Wastewater: GMDH Modeling, Assessment, and Control Issues', *Instrumentation Science & Technology* **33**, 229-249.

Vohland, K. & Barry, B. (2009), 'A review of in situ rainwater harvesting (RWH) practices modifying landscape functions in African drylands', *Agriculture, Ecosystems & Environment In Press, Corrected Proof*, - .

Walker, S.; Tsubo, M. & Hensley, M. (2005), 'Quantifying risk for water harvesting under semi-arid conditions: Part II. Crop yield simulation', *Agricultural Water Management* **76**(2), 94 - 107.

Wang, Y.; Xie, Z.; Malhi, S. S.; Vera, C. L.; Zhang, Y. & Wang, J. (2009), 'Effects of rainfall harvesting and mulching technologies on water use efficiency and crop yield in the semi-arid Loess Plateau, China', *Agricultural Water Management* **96**(3), 374 - 382.

Waylen P. y G. Poveda (2002). El Niño-Southern Oscillation and aspects of western south american hydro-climatology. *Hydrological Processes*, 16:1247–1260.

Weber, J.; Karczewska, A.; Drozd, J.; Licznar, M.; Licznar, S.; Jamroz, E. & Kocowicz, A. (2007), 'Agricultural and ecological aspects of a sandy soil as affected by the application of municipal solid waste composts', *Soil Biology and Biochemistry* 39(6), 1294 - 1302.

Weber, S.; Khan, S. & Hollender, J. (2006), 'Human risk assessment of organic contaminants in reclaimed wastewater used for irrigation', *Desalination* 187, 53-64.

Wesemael, B. V.; Poesen, J.; Benet, A. S.; Barrionuevo, L. C. & Puigdefabregas, J. (1998), 'Collection and storage of runoff from hillslopes in a semi-arid environment: geomorphic and hydrologic aspects of the aljibe system in Almeria Province, Spain', *Journal of Arid Environments* 40, 1-14.

Xiao, G.; Zhang, Q.; Xiong, Y.; Lin, M. & Wang, J. (2007), 'Integrating rainwater harvesting with supplemental irrigation into rain-fed spring wheat farming', *Soil and Tillage Research* 93(2), 429 - 437.

Xiaolong, R.; Zhikuan, J.; Xiaoli, C.; Qingfang, H. & Rong, L. (2008), 'Effects of a rainwater-harvesting furrow/ridge system on spring corn productivity under simulated rainfalls', *Acta Ecologica Sinica* 28(3), 1006 - 1015.

Yang, W.; C.Lan; Wang, H.; Zhuang, P. & Shu, W. (2006), 'Cadmium in soil-rice system and health risk associated with the use of untreated mining wastewater for irrigation in Lechang, China', *Agricultural water management* 84, 147-152.

Yang, Z. Y.; Yuan, J. G.; Xin, G. R. & Chang, H. T. (1997), 'Germination, Growth, and Nodulation of *Sesbania rostrata* Grown in Pb/Zn Mine Tailings', *Environmental Management* 21 No4, 617-622.

Yeoh, S.; Shi, J. & Langrish, T. (2008), 'Comparisons between different techniques for water-based extraction of pectin from orange peels', *Desalination* **218** (1-3), 229 - 237.

Younger, P. & Wolkersdorfer, C. (2004), 'Mining Impacts on the Fresh Water Environment: Technical and Managerial Guidelines for Catchment Scale Management', *Mine Water and the Environment* **23**, S2-S80.

Younos, T. & Tolou, K.E. (2005). 'Overview of desalination techniques'. *Journal of Contemporary Water Research & Education* **132** , 3-10

Younos, T. (2005). Environmental Issues of Desalination. Universities Council on Water Resources. *Journal of Contemporary Water Research & Education*. **132**, 11-18.

Yu, G.; Xiao, R.; Wang, D.; Zhou, J. & Wang, Z. (2008), 'Assessing the ecological risk of soil irrigated with wastewater using in vitro cell bioassays', *Journal of Environmental Science and Health Part A* **43**, 1618-1627.

Yuan, T.; Fengmin, L. & Puhai, L. (2003), 'Economic analysis of rainwater harvesting and irrigation methods, with an example from China', *Agricultural Water Management* **60**(3), 217 - 226.

Yuen, E.; Anda, M.; Mathew, K. & Ho, G. (2001), 'Water harvesting techniques for small communities in arid areas' .*Water Science & Technology* **44** (6) 189–195.