



GOBIERNO DE CHILE
GOBIERNO REGIONAL II REGIÓN
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

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

RESUMEN EJECUTIVO

CONSULTOR: CONSORCIO GEOFUN - PROCIVIL

DICIEMBRE - 2000

EQUIPO PROFESIONAL DEL ESTUDIO

SECRETARÍA REGIONAL MINISTERIAL DE AGRICULTURA II REGIÓN

Alejandro Pizarro

S. R. M. de Agricultura II Región

COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

Rolando Núñez

Secretario Ejecutivo

Nelson Pereira

Sub Director

Eugenio Maffei

Coordinador del Departamento de Estudios

CONSORCIO GEOFUN - PROCIVIL

Alfonso Ugarte

Ingeniero Civil, Director del Estudio Equipo Consultor

José Lagos

Ingeniero Civil, Coordinador del Estudio Equipo Consultor

Luis Arrau

Ingeniero Civil

Juan Carlos Croxato

Ingeniero Civil

Werner Kremer

Ingeniero Civil

Enrique Kalisky

Ingeniero Civil

Rafael Langdon

Ingeniero Agrónomo

Ricardo Isla

Ingeniero Agrónomo

Andrés Vergara

Ingeniero Agrónomo

Gabriel Sellés

Ingeniero Agrónomo

Raúl Ferreyra

Ingeniero Agrónomo

Rafael Ruiz

Ingeniero Agrónomo

Enrique Espinoza

Ingeniero Agrónomo

Cristian Heyer

Ingeniero Agrónomo

Alejandro Gutiérrez

Ingeniero Comercial

Carlos Piaggio

Ingeniero Comercial

Eugenio Moure

Administrador Cooperativas

Marco Sánchez

Administrador Público

María Angélica Muñoz

Ingeniero Agrónomo

Judith Bastidas

Ingeniero Agrónomo

Jorge Herrera

Ingeniero Civil

David Aracena

Ingeniero Civil

Í N D I C E
DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE FOMENTO A LA
AGRICULTURA REGADA EN LA II REGIÓN

RESUMEN EJECUTIVO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO	2
3. ESTUDIOS BÁSICOS	5
3.1 Clima	5
3.2 Suelos	6
3.2.1 Suelos en la Zona de Antofagasta.....	6
3.2.2 Suelos en la Zona de Baquedano	8
3.2.3 Suelos en la Zona de Calama.....	8
3.3 Calidad de Aguas.....	9
3.3.1 Introducción.....	9
3.3.2 Características de las Aguas de la II Región.....	9
3.3.3 Conclusiones y Recomendaciones.....	11
4. DESARROLLO AGRÍCOLA EN ANTOFAGASTA	12
4.1 Proyecto de Riego con Aguas Servidas en Antofagasta.....	12
4.1.1 Situación Actual	12
4.1.2 Reserva Agrícola	12
4.1.3 Planta de Tratamiento de Biwater.....	14
4.2 Descripción de las Obras Proyectadas.....	14
4.3 Dimensionamiento de las Obras.....	15
4.4 Presupuesto de Obras	16
4.5 Resumen y Conclusiones del Estudio de Antofagasta.....	17
5. DESARROLLO AGRÍCOLA EN CALAMA	23
5.1 Introducción.....	23
5.2 Zona de Riego.....	23
5.3 Obras Proyectadas	25
5.4 Presupuesto de Obras	26
5.5 Resumen y Conclusiones del Estudio de Calama.....	27
6. PROYECTO DE DESARROLLO AGRÍCOLA EN BAQUEDANO.....	34
6.1 Antecedentes	34
6.2 Resúmenes y Conclusiones del Estudio de Baquedano.....	35
7. DESARROLLO AGRÍCOLA EN SAN PEDRO DE ATACAMA.....	37

RESUMEN EJECUTIVO
(Continuación)

	Pág.
8. FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS DE LOS COMPONENTES DEL ESTUDIO	48
8.1 En la Región de Antofagasta	48
8.2 En la Comuna de Antofagasta	49
8.3 En la Comuna de Calama	49
8.4 En la Comuna de San Pedro de Atacama	50
8.5 En la Comuna de Sierra Gorda (Baquedano)	50
8.6 Líneas de Acción Estratégica	51

1. INTRODUCCIÓN

El Gobierno Regional de la II Región de Antofagasta y la Comisión Nacional de Riego como entidad responsable de la planificación, generación y seguimiento de Programas de Desarrollo Agrícola en áreas regadas y de nuevo riego han establecido un acuerdo marco para realizar el estudio **“DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE FOMENTO A LA AGRICULTURA REGADA EN LA II REGIÓN”**.

En este marco de referencia, este estudio ha considerado realizar una revisión de la situación actual de la actividad agrícola de la II Región, con el propósito de analizar y definir proyectos a nivel de factibilidad en esta zona del país. Para el desarrollo de lo anterior se ha tomado en cuenta la necesidad de modernizar la actividad agrícola de la Región, tomando especialmente en cuenta, la sustentabilidad de esa actividad en una zona de extrema aridez en la que se debe tener presente el correcto manejo y operación de los recursos básicos de tal modo de garantizar su permanencia en el tiempo.

En este contexto, los objetivos específicos de este estudio fueron diagnosticar la situación agrícola actual y proponer proyectos de desarrollo a nivel de factibilidad de las siguientes áreas de la II Región:

- Antofagasta

En esta zona se ha estudiado la factibilidad de regar un sector ubicado al norte de la ciudad con las aguas servidas tratadas en la planta de tratamiento de ESSAN, que está siendo operada por la empresa Biwater, como concesionaria. Estos terrenos son actualmente fiscales y serían traspasados a los futuros agricultores mediante la modalidad de concesión onerosa.

- Calama

Para la ciudad de Calama se ha estudiado la posibilidad de desarrollar un proyecto de riego que utilice los recursos provenientes de la futura planta de tratamiento que será construida por ESSAN mediante una concesión.

- San Pedro de Atacama

En este sector de la Región se ha realizado un diagnóstico y propuesta para el ordenamiento de los sistemas de riego prediales, con el objetivo de proponer las soluciones tendientes a adecuar la actividad agrícola a los requerimientos de una agricultura moderna pero que tome en cuenta las características étnicas de los habitantes de San Pedro de Atacama.

- Baquedano

La comuna de Sierra Gorda, en la Comuna de Baquedano cuenta con una pequeña planta de tratamiento de sus aguas servidas. En este caso, se entrega toda aquella información que pueda ser relevante para el éxito de la construcción y mantención del área verde que se riega con las aguas tratadas que tiene un caudal de 1 l/s.

En todos estos casos, se ha propuesto y analizado programas de desarrollo compatibles con las características y disponibilidad de los recursos hídricos existentes, para lo cual se hicieron los estudios de todos los recursos básicos correspondientes.

En estos programas de desarrollo se han incluido proyectos de obras y propuestas de acciones específicas destinadas al fortalecimiento de la actividad agrícola de la II Región, al apoyo a las organizaciones de regantes, actuales como futuros. Conjuntamente con lo anterior, se han analizado y estudiado todos los principales aspectos que puedan servir como base técnica para que las autoridades regionales y de la Comisión Nacional de Riego puedan definir los futuros programas de desarrollo de los recursos hídricos de la II Región.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área en estudio se encuentra localizada en la Región de Antofagasta, II Región del país, cuya capital administrativa es la ciudad de Antofagasta, que se localiza a 1.377 Km al norte de la capital Santiago.

La Región limita al norte con la Región de Tarapacá, al sur con la Región de Atacama, al oeste con el océano Pacífico, y al este con la República de Bolivia y con la República de Argentina. Geográficamente la Región se encuentra en el cuadrante conformado por los paralelos 21°50' y 26°00' de latitud sur, y los meridianos 67°00' hasta los 70°60' longitud oeste (Figura 2-1).

La Región de Antofagasta está conformada por tres provincias y nueve comunas: Tocopilla y María Elena, en la provincia de Tocopilla; Calama, Ollague y San Pedro de Atacama, en la provincia del Loa; Antofagasta, Mejillones, Sierra Gorda y Taltal, en la provincia de Antofagasta.

La superficie total de la Región es de 126.443,9 Km². Representa un 17% de la superficie nacional continental, y un 6% de la superficie nacional, incluyendo el territorio antártico. Es la segunda región más extensa del país, después de Magallanes y la Antártica Chilena.

El paisaje de la zona se encuentra íntimamente ligado a los aspectos físicos que la identifican, y especialmente a las condiciones climáticas e hidrológicas imperantes. El clima dominante es el de tipo desértico. La sequedad atmosférica, la amplitud térmica, la carencia absoluta de precipitaciones, junto con la existencia de un único curso de agua de escurrimiento superficial que posibilita el riego de algunos sectores, constituido por el río Loa y sus afluentes, determinan que en la mayor parte del territorio regional este constituido por terrenos de rulo, en los que se desarrolla una vegetación de tipo xerófila, herbácea y suculenta, representada por cachuyuyo, jarilla, brea, pingo pingo, chicha, huañil, grama salada, pata de guano, doquilla, tola y llareta.

La intervención del paisaje por parte del hombre se limita a sectores aledaños a los cursos de agua interiores y algunos oasis, a centros de extracción de minerales, y a sectores costeros donde se desarrolla la actividad pesquera y de embarque de minerales. Las principales localidades pobladas se encuentran alrededor de los puertos marítimos y de los centros mineros. Las de mayor importancia, en cuanto a la población que en ellas reside y a la actividad económica que se desarrolla son: Antofagasta (30 m.s.n.m.), Calama (2.250 m.s.n.m.), Tocopilla (50 m.s.n.m.), Chuquicamata (2.850 m.s.n.m.), y Taltal (115 m.s.n.m.).

De acuerdo a cifras históricas entregadas por el Banco Central de Chile, la Región de Antofagasta aporta aproximadamente el 5,7% del Producto Interno Bruto del país, y se ubica en el cuarto lugar en cuanto al aporte que hace al ingreso nacional, después de la regiones Metropolitana, VIII y V.

Las actividades económicas de mayor relevancia en la economía regional son la minería extractiva, que aporta alrededor del 60% del Producto Interno Bruto Regional (PIB), la industria manufacturera, principalmente de cobre y pesca, que participa con aproximadamente el 7%, y el transporte (principalmente cobre y pesca) y comunicaciones, con el 6,5% del PIB. La agricultura de la Región no reviste mayor importancia en la economía local, y menos aún en la nacional. Esto queda de manifiesto al considerar que esta actividad sólo aporta alrededor el 0,12 % del PIB regional, y absorber tan solo al 1% de la población económicamente activa de la región.

De las cuatro comunas involucradas en los subproyectos que conforman este estudio, Antofagasta y Calama son las que revisten mayor importancia. Antofagasta, cabecera regional y principal puerto marítimo, cuenta con 228 mil habitantes (56%), y es el lugar donde se concentran las actividades administrativas y de servicios. Calama se constituye en el principal centro minero de la Región y del país, reúne el 30% de la población regional, y en ella se genera parte importante del Producto Interno Bruto de la Región. En contraposición se encuentran las comunas de Sierra Gorda y San Pedro de Atacama, donde la concentración de población y el nivel de actividad económica que se desarrolla en ellas es significativamente inferior a las antes enunciadas.

Por otra parte, respecto a la organización política – administrativa, el sistema de Gobierno y Administración Regional y Provincial se estructura con sendas autoridades unipersonales designadas por el Ejecutivo: el Intendente y el Gobernador.

El gobierno interior de la región corresponde al Intendente, en su calidad de representante del Presidente de la República. La administración de la región corresponde al Gobierno Regional, compuesto por el Intendente, como órgano ejecutivo, y al Consejo Regional, como órgano resolutorio, nominativo y fiscalizador de aquél. Las funciones de administración son apoyadas por las Secretarías Regionales Ministeriales, órganos descentralizados de los Ministerios de Gobierno, y subordinados, a nivel regional, al Intendente.

A su vez, en la Región se encuentran presentes los principales organismos públicos, tales como: Servicio Nacional de Salud, Instituto Nacional de Estadísticas, Registro Electoral, Instituto de Desarrollo Agropecuario, Servicio Agrícola y Ganadero, Corporación de Fomento a la Producción, Servicio Nacional de Turismo, entre otros.

A nivel provincial el Gobierno recae en el Gobernador, que se encuentra subordinado al Intendente de la Región. Su administración también compete a aquél, como órgano descentralizado del Intendente. En este nivel, existe como instancia de representación consultiva, el Consejo Económico y Social Provincial, que es presidido por el Gobernador.

La administración comunal recae en la Municipalidad, compuesta por un Alcalde como autoridad superior, y el Consejo, presidido por el Alcalde, como órgano resolutorio, normativo y fiscalizador, todos cargos que son de elección popular cada cuatro años. En la Comuna existe además el Consejo Económico y Social, de carácter consultivo, que es representativo de las organizaciones sociales presentes en la comuna, y también otras unidades, tales como la Secretaría Comunal de Planificación y Coordinación.

3. ESTUDIOS BÁSICOS

3.1 Clima

En general, el clima de las localidades en estudio varía de acuerdo a su ubicación geográfica, en el sentido transversal de la Región de Antofagasta. La diversidad climática va desde un clima de desierto con nublados abundantes en Antofagasta, pasando por un clima de desierto normal de interior en Baquedano y Calama, para finalmente llegar a las localidades de altura, como San Pedro de Atacama y Toconao, donde se presenta un clima de desierto marginal.

De acuerdo a lo anterior y considerando, tanto las variables climáticas como las agroclimáticas, se puede concluir que en las localidades analizadas las mayores restricciones para la implementación de cultivos están dada por el alto déficit hídrico que se genera, debido a las escasas o nulas precipitaciones, que asociado a una alta evapotranspiración potencial, generan un déficit hídrico a lo largo de todo el año.

Por otro lado en todas las localidades existe una alta acumulación de días-grado, como consecuencia de las altas temperaturas medias que se presentan a lo largo del año, por lo que este indicador no constituye en una restricción para el establecimiento y desarrollo de los cultivos.

La mayoría de los cultivos requieren menos de 1.500 horas de frío al año, motivo por el cual la acumulación de horas de frío tampoco sería una restricción. La excepción la constituye la localidad costera de Antofagasta, donde por efecto regulador del mar, las temperaturas mínimas mensuales no bajan de los 9,8°C, por lo que la acumulación de horas de frío es escasa, limitando el establecimiento de especies de climas más templados, pero no así el establecimiento de especies tropicales.

Un factor que requiere una cuidadosa atención, es el peligro de heladas. En Baquedano, Calama, Toconao y San Pedro de Atacama, ocurren fuertes heladas en la época invernal, no así en Antofagasta, que como se dijo anteriormente, las temperaturas medias mínimas nunca llegan a los 0° C.

Cabe señalar que la localidad de Antofagasta es la que presenta mayores diferencias con el resto de las localidades, tanto en el aspecto climático, como agroclimático, principalmente en lo que se refiere a acumulación de horas frío y humedad ambiental. Finalmente, dadas las condiciones mencionadas anteriormente, se debe considerar en esta localidad, el establecimiento de especies de origen tropical. En el Cuadro 3.1-1 se presenta un resumen de los parámetros climáticos y agroclimáticos.

3.2 Suelos

3.2.1 Suelos en la Zona de Antofagasta

El área de interés se encuentra ubicado al norte de Antofagasta, en una franja estrecha ubicada entre el mar y los primeros cerros de la Cordillera de la Costa. Según los antecedentes geológicos, esta franja que se amplía hacia el norte corresponde a una terraza marina de naturaleza arenosa geológicamente reciente, producto del sollevamiento continental. Tiene una superficie total de 357 há, de las cuales serían regables 275 há. No existen antecedentes de estudios de suelos en esta área específica.

Los resultados del análisis de los suelos permitieron distinguir tres sectores:

Sector A, de 78,1 há, ubicado en el extremo norte del área en estudio, cuyas principales limitantes están dadas por la presencia de sales (3,1 a 5,6 dS/m) y boro (0,9 a 1,9 mg/l), lo que determina que ellos deban ser lavados y cultivados con especies vegetales que presenten cierto grado de adaptación a boro.

Sector B, de 74,2 há, localizado inmediatamente al sur del sector A, presenta fuertes limitaciones para el establecimiento y desarrollo de la mayoría de los cultivos agrícolas (sales, de 7 a 9 dS/m; boro 3,2 a 4,5 mg/l; arsénico 0,6 mg/l), por lo que los suelos deben ser sometidos a un proceso de rehabilitación previa utilización con cultivos resistentes a sales y boro.

Sector C, de 204,7 há, localizado en el extremo sur del área del proyecto, con suelos fuertemente calcáreos y un fragipan de considerable espesor a los 30 cm de profundidad. El contenido de

sales y boro en este sector es extremadamente alto (32,8 a 110,0 dS/m, y 6,8 a 58,1 mg/l, respectivamente), por lo que se deben solventar altos costos de acondicionamiento y lavado.

CUADRO 3.1-1
RESUMEN DE LOS PARÁMETROS CLIMÁTICOS Y AGROCLIMÁTICOS

Parámetro	Estación				
	Baquedano	Antofagasta	Calama	Sn. Pedro de Atacama	Toconao
Parámetros climáticos					
Precipitación anual (mm)	1,9	3,8	1,8	27,1	34,1
Humedad relativa media anual (%)	24,9	71,6	23,2	24,3	26,6
Recorrido del viento medio anual (km)	4.665,6	1.611,5	4.647,3	1.770,0	2.746,0
Velocidad del viento media anual (m/s)	1,7	0,6	1,7	0,7	1,0
Temperatura media anual (°C)	16,2	17,7	13,5	14,4	15,3
Temperaturas medias máximas anuales (°C)	31,7	-	25,9	27,7	27,8
Temperaturas medias mínimas anuales (°C)	0,1	12,7	0,6	-	2,6
Parámetros agroclimáticos					
Período libre de heladas (días)	212,0	365,0	212,0	-	273,0
Primera helada	Mayo	N.E.	Mayo	-	Junio
Última helada	Septiembre	N.E.	Septiembre	-	Agosto
Período de receso vegetativo (días)					
Umbral 7°C	N.E.	N.E.	61,0	N.E.	N.E.
Umbral 10°C	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Horas de frío anuales	2.943,0	-	3.260,0	-	2.286,0
Días -grado					
Umbral 5°C	4.084,1	4.623,8	3.105,2	3.437,1	3.735,4
Umbral 10°C	2.259,1	2.798,8	1.280,2	1.656,1	1.910,4
Humedad Relativa media de enero (%)	33,3	75,0	36,9	35,0	36,3
Humedad Relativa media de julio (%)	25,3	73,0	17,7	15,5	28,9
Evapotranspiración Potencial (mm)	2.514,8	1.248,6	2.255,9	2.083,5	2.430,9
Déficit hídrico anual	2.512,9	1.244,8	2.254,1	2.056,4	2.396,7
Excedente hídrico anual	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Período Seco (días)	365,0	365,0	365,0	365,0	365,0
Período húmedo	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Índice de humedad estival	0,0000	0,0007	0,0004	0,0295	0,0363
Índice de humedad invernal	0,004	0,011	0,001	0,005	0,003
Índice de humedad anual	0,001	0,003	0,001	0,013	0,014

- Sin información

N.E. No existe en esta localidad

3.2.2 Suelos en la Zona de Baquedano

Con mira a tener una visión general de las características de los suelos del sector, en el estudio se distinguieron dos sectores de muestreo: un pequeño sector donde existen algunos cultivos regados con aguas servidas tratadas, y el resto de los terrenos de la zona que corresponden a un área de suelos naturales, o de desierto.

En la pequeña superficie donde se han habilitaron suelos, para efectuar algunas plantaciones forestales y establecer ciertos cultivos demostrativos, se sustituyó la capa superficial de suelo con una mezcla de guano y subsuelo. Posteriormente se efectuaron tres lavados de sales, cosa que se repite en cada riego. El análisis de estos suelos arrojó niveles de salinidad moderados en su parte superficial (0 a 30 cm), y alto en las capas más profundas (30 a 60 cm). El PH se encuentra dentro del rango de 7,7 a 8,0, en tanto que el nivel de Boro oscila alrededor de 6,0 y 6,2 mg/l, lo que es considerado como alto. El arsénico, medido sólo en la capa de suelo sustituido (0 a 30 cm), se encuentra en 0,5 mg/l.

El área de suelos naturales presenta una textura franco arenosa fina a franco limosa, polvillentos, con sectores de tosca dura en superficie, y poco dura entre los 8 y 15 cm. Los análisis indican la presencia de una estrata superficial (0 a 30 cm) extraordinariamente salina (600 ds/cm), con un altísimo nivel de Boro (42,2 mg/l), y un alto contenido de arsénico (21,5 mg/l). En profundidades de entre 30 y 60 cm se repite la situación antes descrita, aunque un poco más atenuada. La tosca corresponde a una costra salina compuesta fundamentalmente por carbonatos de sodio, sal (NaCl) y caliche.

De lo anterior se concluye que para poder establecer cualquier tipo de cultivo es fundamental proceder a sustituir el estrato superficial de suelo, y efectuar frecuentes riegos con abundante agua para mantener lavado el perfil donde se desarrollan las raíces de los vegetales. La presencia de Boro es una limitante importante para el desarrollo de los cultivos, mientras que el arsénico es peligroso para la salud humana, más aún si se considera que éste tiene un efecto acumulativo en el cuerpo.

3.2.3 Suelos en la Zona de Calama

El estudio de suelos se efectuó en los terrenos ubicados en el sector poniente de la ciudad de Calama, distinguiendo entre suelos que han sido labrados en los últimos cinco años, y suelos que permanecen vírgenes, que son los que abarcan la mayor proporción del área estudiada.

Los terrenos en general presentan una topografía plana, con suelos profundos, aunque existe un hardpan, la textura varía desde franco limosa hasta franco arenosa, con estratificación, y de buen drenaje. La principal limitante para su uso agrícola está constituida por la presencia de sales, boro y arsénico.

En los sectores donde los suelos se han trabajado agrícolamente la salinidad oscila entre 2,2 y 17,3 dS/m, el boro entre 7,6 y 40,2 mg/l, y el arsénico entre 2,2 y 21,5 mg/l. Estos

valores son significativamente superiores en aquellos suelos considerados como vírgenes, donde la salinidad varía entre 90 y 552 dS/m, el boro entre 50 y 259 mg/l, en tanto que la presencia de arsénico es superior a 51 mg/l.

Todo lo antes señalado limita el tipo de cultivo que se puede establecer en el área en estudio, determina la necesidad de efectuar permanentes lixiviaciones de sales, y obliga la incorporación de fuertes dosis de guano para fijar el boro. El arsénico, si bien es cierto no afecta mayormente a los cultivos, es un elemento que se trasloca en la planta y puede provocar daños importantes en la salud humana.

3.3 Calidad de Aguas

3.3.1 Introducción

En la II región del país los recursos hídricos son muy escasos, existiendo múltiples demandas relacionadas principalmente con el agua potable y la minería. Por lo anterior, en las ciudades de Antofagasta y Calama se ha pensado dar un uso agrícola a las aguas servidas tratadas, a fin de producir especies vegetales para consumo crudo o en verde, las cuales en la actualidad deben ser traídas de otras regiones con el costo económico que ello significa. Para analizar esta posibilidad es necesario disponer de antecedentes de la calidad de aguas provenientes de las plantas de tratamiento, motivo por el cual se han realizado análisis de las aguas de La Planta de Tratamiento de Antofagasta, la Planta de Tratamiento de la localidad de Baquedano y el efluente no tratado de Calama, el que será tratado en la futura Planta de Tratamiento actualmente en proyecto. Además se ha recopilado información existente, para completar la caracterización de las aguas servidas tratadas en la II Región del país en la perspectiva de un potencial uso en riego agrícola.

Conjuntamente con lo anterior también se analizó el tema de la calidad de las aguas de riego en San Pedro de Atacama, principal centro agrícola de la II Región. En este caso el estudio se basó en información existente, con la que se puede realizar una completa caracterización de esas aguas desde el punto de vista agrícola.

3.3.2 Características de las Aguas de la II Región

a) Efluentes de Plantas de Tratamiento

Como se indicó, para determinar la calidad de las aguas residuales tratadas posibles de utilizar en la II Región y sus eventuales limitantes para el uso agrícola se analizaron aguas efluentes de las plantas de tratamiento de Antofagasta y Baquedano además del agua servida de Calama, ya actualmente que no existe planta de tratamiento.

El resumen de los resultados de los análisis de calidad de las aguas servidas tratadas realizados en Antofagasta y Baquedano, y de las aguas servidas de Calama, se presentan en el Cuadro 3.3.2-1.

De acuerdo a lo indicado en el cuadro indicado, adoptando las precauciones y prácticas de manejo adecuadas, las aguas servidas tratadas son utilizables para fines agrícolas. Al respecto sería conveniente usarlas para regar suelos de texturas mas bien livianas para permitir una buena lixiviación y evitando especies susceptibles a sodio y boro. Se trata de aguas con mejor calidad que las captadas directamente del río Loa, con la ventaja que por ser aguas servidas tratadas presentan fósforo y nitrógeno, fertilizantes indispensables en suelos áridos, arenosos y deficientes en materia orgánica.

CUADRO 3.3.2-1
RESUMEN CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO PROYECTO II REGIÓN

PARÁMETRO	VALORES NORMALES AGUA DE RIEGO (a)	VALORES NORMA NCh 1333	ANTOFAGASTA		CALAMA CONSULTORA	BAQUEDANO CONSULTORA
			CONSULTORA	BIWATER		
Reacción (pH)	6.0 – 8.5	5.5 – 9.0	6.89	7.70	7.04	6.35
Conductividad (Salinidad)	0 – 3 Ds/m	0.75	4.05	2.80	1.66	0.48
RAS(Relación adsorción Na)	0 – 15	-	9.25	n/d	3.65	2.20
Calcio (meq/l)	0 – 20	-	5.81	4.80	4.04	0.82
Magnesio (meq/l)	0 – 5	-	7.08	2.60	4.28	1.46
Sodio (meq/l)	0 – 40	35%	23.5	n/d	7.45	2.35
Carbonato (meq/l)	0 – 0.1	-	0.00	n/d	0.00	0.00
Bicarbonato (meq/l)	0 – 10	-	4.72	n/d	5.48	2.84
Cloruros (meq/l)	0 – 30	5.6 *	27.5	20.2	6.82	1.43
Sulfato (meq/l)	0 – 20	5.2 **	9.37	8.20	4.79	0.58
Boro (mg/l)	0 – 2	0.75	6.00	6.00	5.10	1.20
Arsénico (mg/l)	0.10	0.10	0.01	0.04	0.00	0.05
Cobre (mg/l)	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.04

a : FAO 29 Rev.1
 * : La Norma indica 200 mg/l
 ** : La Norma indica 250 mg/l
 - : Parámetro no normado
 n/d : Dato no disponible n/d

b) Estudio de Calidad de Aguas del Río San Pedro

Las aguas que riegan a San Pedro son captadas mayoritariamente en el río San Pedro, en Cuchabrachi o en sectores ubicados aguas abajo de ese punto, lugar donde existe una estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas. Por lo tanto la calidad de esas aguas corresponden a las usadas en el riego del Oasis. Según los antecedentes obtenidos, las características de las aguas de riego son las indicadas en el Cuadro 3.3.2-2. Según estos datos, las aguas de San Pedro pueden ser usadas en riego, con limitaciones dadas por la salinidad, lo que exige una adecuada selección de especies, según las características de los suelos, que permitan una adecuada lixiviación del exceso de sales aportadas por el agua de riego. También es necesario tener en cuenta el problema bacteriológico, ya que debido a las descargas de aguas servidas y basura a los canales se ha detectado contaminación fecal lo que potencialmente sería una limitación a la utilización en riego de esas aguas.

CUADRO 3.3.2-2
ANÁLISIS QUÍMICOS RÍO SAN PEDRO EN CUCHABRACHI

PARÁMETRO	VALORES NORMALES AGUA DE RIEGO (a)	VALORES NORMA Nch 1333	Muestreo R & Q	Muestreo 1 8-10 Oct.97	Muestreo 2 12-14 Nov.97
Reacción (pH)	6.0 – 8.5	5.5 – 9.0	8,87	8,27	8,63
Conductividad (Salinidad)	0 – 3 Ds/m	0.75	2240	2950	2830
RAS(Relación adsorción Na)	0 – 15	-	7,72	10,25	10,25
Calcio (meq/l)	0 – 20	-	4,74	5,15	5,86
Magnesio (meq/l)	0 – 5	-	3,33	3,28	2,24
Sodio (meq/l)	0 – 40	35%	15,50	21,00	20,00
Carbonato (meq/l)	0 – 0.1	-	0,27	0,40	0,94
Bicarbonato (meq/l)	0 – 10	-	2,72	1,78	0,73
Cloruros (meq/l)	0 – 30	5.6 *	16,25	18,86	18,56
Sulfato (meq/l)	0 – 20	5.2 **	4,87	8,75	7,98
Boro (mg/l)	0 – 2	0.75	1,20	1,90	2,00
Arsénico (mg/l)	0.10	0.10	0,14	0,08	0,05
Cobre (mg/l)	0.20	0.20	0,05	0,22	0,03

a : FAO 29 Rev.1
 * : La Norma indica 200 mg/l
 ** : La Norma indica 250 mg/l
 - : Parámetro no normado
 n/d : Dato no disponible

3.3.3 Conclusiones y Recomendaciones

De acuerdo con esta información, queda claro que el problema principal en Antofagasta, Calama y San Pedro de Atacama lo constituye el alto tenor salino y el contenido de boro de las aguas servidas de ambas ciudades. Ambos contaminantes exceden largamente los valores límites recomendados en la literatura técnica, razón por la cual al momento de determinar los cultivos a regar, es conveniente tomar en cuenta estos problemas. Por tal motivo se han determinado los valores representativos de ambos parámetros, sobre la base de los datos determinados en los análisis realizados y de los obtenidos en los antecedentes existentes. Los resultados son los siguientes:

CUADRO 3.3.3-1
CONDUCTIVIDAD Y BORO EN LAS AGUAS SERVIDAS TRATADAS DE LA II REGIÓN

LOCALIDAD	CONDUCTIVIDAD (µmhos/cm)	BORO (mg/l)
Antofagasta	3.300	6,5
Calama	1.500 *	6,0
Baquedano	500	1.2
San Pedro de Atacama	2.800	2.0

* : Este valor se ha determinado como el 90% de la conductividad de las aguas servidas no trat

4. DESARROLLO AGRÍCOLA EN ANTOFAGASTA

4.1 Proyecto de Riego con Aguas Servidas en Antofagasta

4.1.1 Situación Actual

Actualmente en Antofagasta se riega con aguas servidas tratadas en la Planta de Tratamiento de la empresa Biwater, ubicada en la parte norte de la ciudad, a unos 5 km del centro de la ciudad, lugar donde se concentran la mayor parte de los colectores de aguas servidas de la zona urbana de Antofagasta. Esto se realiza en el sector La Chimba, ubicado a unos 5 a 6 km al norte de la planta de tratamiento. Es una zona de 30 a 35 há de pequeños parceleros que cultivan principalmente hortalizas. El método de riego más frecuente es de tipo manual, utilizando mangueras provistas de regadores, conectadas a las tuberías que entregan las aguas tratadas por Biwater. Conjuntamente con lo anterior, también el agua tratada es usada por las industrias del sector y para riego de jardines, aseo, etc. Actualmente el caudal máximo de aguas tratadas no supera los 40 l/s.

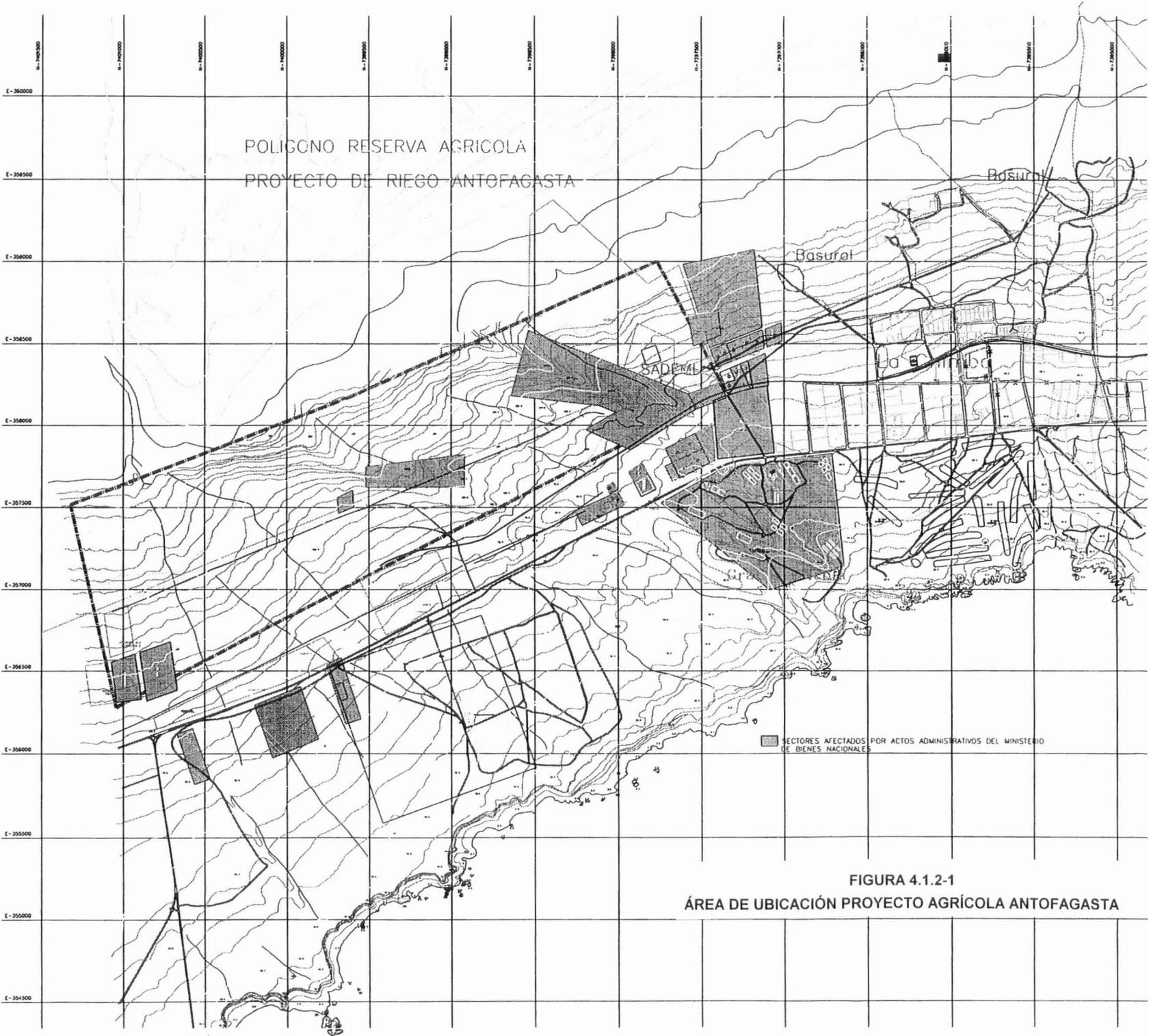
Debido a la expansión urbana esta zona de riego está experimentando una paulatina disminución de su superficie regada, razón por la cual el Gobierno Regional de la II Región ha decidido estudiar la posibilidad de utilizar con fines agrícolas un volumen mayor de aguas servidas de Antofagasta, lo que haría necesario ampliar las instalaciones de Biwater en los recintos de la actual Planta de Tratamiento de la ciudad, ubicada a un costado de la Avenida Pérez Zujovic.

4.1.2 Reserva Agrícola

Para lograr el objetivo ya indicado, la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura de la II Región solicitó al Ministerio de Bienes Nacionales un terreno que pudiera ser destinado al riego agrícola en Antofagasta. El Ministerio de Bienes Nacionales, a través de la Secretaría Regional Ministerial definió una Reserva Agrícola para los fines de este proyecto, en una zona ubicada al norte de la ciudad. El área seleccionada se inicia a unos 11.5 Km, medidos desde el centro de la ciudad, para terminar frente al camino que va hacia La Portada de Antofagasta, con una superficie total de 406,2 há, con los siguientes límites:

- Límite norte: proyección eje Ruta B-446
- Límite sur: sin referencias espaciales
- Límite este: línea de ferrocarril a Mejillones
- Límite oeste: cota 200 msnm

En el Plano de la Figura 4.1.2-1 se puede observar el área del proyecto.



Conforme con las características de esta reserva sólo 347.3 há serían posibles de regar, ya que en las 59 há restantes existen una serie de actos administrativos, correspondientes a ventas, arriendos servidumbre y solicitudes en estudio que afectan parte de esos terrenos. Si se descuentan las áreas indirectamente productivas, destinadas a caminos, casas, etc, se llega a una superficie regable de 273 há, lo que equivale al 78,6% de la superficie potencialmente regable en la reserva agrícola.

En lo anterior es importante considerar además la posible existencia de otras servidumbres (ESSAN, ELECDA) y eventuales concesiones mineras, de las cuales al momento de obtener la información no se encontraron los datos y registros correspondientes en la Secretaría Regional Ministerial de Bienes Nacionales de la II Región.

4.1.3 Planta de Tratamiento de Biwater

La planta de tratamiento actualmente existente, construida por CORFO en 1970, dispone de instalaciones para realizar un tratamiento primario y secundario de las aguas servidas. La mayor parte de ellas son sometidas a un tratamiento primario, las que luego son descargadas al mar mediante un emisario submarino; sólo unos 20 l/s, provenientes de un colector que capta aguas servidas netamente domésticas (de mejor calidad), son derivados hacia las unidades de tratamiento secundario convencional, con lodos activados y cloración final. La capacidad de las dos unidades de tratamiento es de 120 l/s en total, pero nunca se ha tratado más de 45 l/s en la planta.

En la actualidad, para el riego de la Chimba el agua tratada es elevada 60 m hasta el estanque Grandón, distante dos Km de la planta, hacia el oriente; desde ese punto es nuevamente elevada para ser conducida hacia la Chimba, mediante un acueducto, cuyo trazado que originalmente estaba en los faldeos de los cerros de la ciudad, hoy está en medio de la ciudad.

Antofagasta produce, en promedio, unos 430 l/s de aguas servidas, con un mínimo de 200 a 250 l/s en la noche y un máximo diario de unos 600 a 700 l/s. La empresa Biwater tiene una concesión para el saneamiento del litoral costero hasta el año 2025.

El riego con aguas servidas en Antofagasta está regulado por la resolución del Servicio Nacional de Salud de la II Región N° 095 del 14 de Enero de 1993, la que especifica cero coliformes fecales para las aguas tratadas a ser usadas en riego. Para esto indica que esas aguas deben tener 0.8 mg/l de cloro residual en el punto de entrega al riego.

4.2 Descripción de las Obras Proyectadas

Con el propósito de evaluar el proyecto descrito, se realizó un anteproyecto de las obras hidráulicas necesarias para el abastecimiento de recursos hídricos de las zonas de riego del proyecto.

De acuerdo a un análisis preliminar realizado por el consultor, se decidió que en este caso se tendría que diseñar a nivel de factibilidad una impulsión que se inicia en la planta de tratamiento de la ciudad, para conducir las aguas tratadas hacia la reserva agrícola, hasta seis estanques reguladores dispuestos en ladera de cerro. Tres de estos estanques se ubicarían inmediatamente bajo la cota 150 m para servir a unas 85 hectáreas (~ 31% del total). Los otros tres a la cota 225 m para regar unas 188 hectáreas (~ 69% del total). A partir de estos se derivan las matrices de riego que llegan hasta los predios, conformando una red gravitacional, que capta directamente desde los estanques de regulación y que cubre totalmente el área regable de la reserva agrícola definida por las autoridades regionales.

El dimensionamiento hidráulico de las obras, considera las demandas hídricas totales de las posibles zonas regadas, las características generales del terreno y las condiciones de operación de las nuevas obras proyectadas. De acuerdo con los estudios realizados, se ha considerado un riego tecnificado, por sistema de goteo, cuya demanda máxima de 306 l/s, para un riego continuo.

Considerando un período de riego de 18 horas, en lugar de 24 horas, se tiene un caudal máximo de 408 l/s, razón por la cual se adoptó un caudal de diseño de 420 l/s, lo que se puede modular en un sistema de bombeo compuesto de 6 unidades con una capacidad de 70 l/s para cada una de las bombas.

Como se ha indicado, los recursos hídricos se obtienen de la Planta Biwater, en pleno sector urbano de Antofagasta, los que mediante una impulsión son llevados hasta el sector de nuevo riego agrícola mediante una impulsión 16 kilómetros y 550 mm de diámetro, que se inicia en una planta de bombeo donde se ubicarían las 6 bombas de impulsión 70 l/s cada una.

Al igual que la planta de bombeo, la tubería de impulsión se inician en la misma Planta Biwater, para desarrollar sus primeros 3,9 Km por la ciudad de Antofagasta en acero y luego continuar por ladera de cerro, hacia el norte de la ciudad, hasta el Km 16 de su trazado, donde la tubería sería de polietileno de alta densidad PEEC.

4.3 Dimensionamiento de las Obras

Dentro del marco de referencia de este proyecto, se han realizado los estudios técnicos necesarios para obtener los prediseños de las obras principales que conforman el sistema de riego propuesto. Así se han planteado soluciones técnicas en el ámbito del prediseño preliminar, para cuantificar las inversiones en obras civiles que se requieren para materializar el proyecto de riego en estudio.

En el prediseño de obras, se incluye su dimensionamiento económico, la cubicación de las partidas de obras y su costeo globalizado, a precios privados y sociales, lo que permite determinar el programa de inversiones en obras civiles, información fundamental para la evaluación económica del proyecto de riego.

En este caso, por consideraciones de costos, se optó por impulsar la totalidad del agua a una cota menor a la máxima, que es de 200 m aproximadamente, y relevar sólo la fracción que se requiere en el paño de mayor altura, sobre la cota 150 m. Lo anterior resulta ventajoso desde el punto de vista del ahorro en costos de operación por energía.

En función de las características de la zona, una franja angosta y larga, y de la sectorización realizada, se proyectaron 6 estanques de 2.000 m³, con el propósito de cubrir totalmente el área de riego. De esta manera, la capacidad total de regulación es de 12.000 m³.

Tal como se ha indicado, el caudal de diseño adoptado fue de 420 l/s, con 6.480 horas de operación al año en 12 meses. Sobre la base de lo señalado por la especialidad de agronomía, las motobombas impulsan hasta los estanques de regulación, los cuales están ubicados de tal forma de garantizar un mínimo de 25 m de presión estática por sobre la cota de los predios, de modo de tener la presión suficiente para alimentar gravitacionalmente el riego predial proyectado con sistema tecnificado por goteo.

4.4 Presupuesto de Obras

A partir de las cubriciones y de los precios unitarios de actividades, se calculó el presupuesto neto por partidas (sin IVA) de todas las obras del estudio.

Los montos correspondientes a gastos generales y utilidades del contratista, por el nivel de este estudio, se han considerado iguales al 55% del monto de los costos directos de cada alternativa, relación que corresponde a un valor típico en los estudios que frecuentemente hace la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP.

A continuación, se presenta el Cuadro 4.4-1 con un resumen de los costos totales netos del presupuesto de obras.

CUADRO 4.4-1
PRESUPUESTO TOTAL NETO

PRESUPUESTO	TOTAL NETO (millones \$)
PRECIOS PRIVADOS	2.900
PRECIOS SOCIALES	2.900

Los costos totales netos entregados en el Cuadro anterior, incluyen: costos directos de obras, gastos generales del contratista, imprevistos y utilidades.

Mediante una secuencia lógica de construcción por actividades que componen cada ítem del proyecto, se propone la ejecución de las obras en un período de cuatro a cinco meses, en el primer año del horizonte de la evaluación económica. Conjuntamente con lo anterior, se ha estimado la cantidad de mano de obra que generaría la construcción de las obras civiles del proyecto de Antofagasta, la que alcanza una cantidad de 39.000 jornadas –hombres referido al año cero del horizonte de evaluación.

4.5 Resumen y Conclusiones del Estudio de Antofagasta

- El objetivo principal de este estudio referente a esta ciudad fue analizar la factibilidad técnico-económica de regar con aguas servidas tratadas, unos terrenos ubicados aproximadamente a 8 Km al norte de la ciudad y frente al camino de acceso al balneario La Portada, en terrenos pertenecientes actualmente al Ministerio de Bienes Nacionales.
- Estos terrenos podrían ser cedidos por el mecanismo de concesión onerosa a personas jurídicas chilenas, previo a la presentación de un proyecto de desarrollo agrícola debidamente evaluado.

Las características de su superficie son las siguientes:

- Total terrenos posible Concesión : 357 há (100%)
- Terrenos uso común : 53 há (15%)
- Terrenos uso privado, no productiva : 29 há (8%)
- Terrenos regados para uso agrícola : 275 há (77%)

Situación actual de los terrenos involucrados:

- Propietario de los terrenos: Estado de Chile, Ministerio de Bienes Nacionales
 - Forma transferencia: Uso y usufructo por un período máximo de 30 años.
Concesión Onerosa
 - Tasación de Terrenos: UF 1,0 a UF 1,5/ m², equivalentes \$ 152,5 millones por hectárea, aproximadamente. De acuerdo a información de la SEREMI de Bienes Nacionales, el valor para ser traspasado por el mecanismo de concesión onerosa podría ser de 0,1 a 0,3 UF/m²
 - Uso actual de los suelos: desierto
- El origen de los suelos corresponde a terrazas marinas, con material coluvial proveniente de aluviones, y arenas depositadas por el viento, cuyas características principales son:

ÍTEMES	SECTOR A	SECTOR B	SECTOR C
Superficie	78,1 há	72.4 há	204.7 há
Ubicación	Norte del área	Centro del área	Sur del área
Textura superficial	Arenosa a franco arenosa gruesa	Franco arenosa fina a arenosa	Franco arenosa fina a franco limosa
Textura profundidad	Desde arena hasta gravilla	Franco arenosa con arena, hasta gravilla	Arena de distinta granulometría
Pendiente	2-3 %	1 - 2 %	1 - 2 %
Presencia fragipanes	Arenoso en algunas áreas	Arenoso a 30 y 60 cm	A 30 cm y tosca dura gruesa a 60 cm
PH	7.9 - 8.0	7.7 - 7.8	
Salinidad (dS/m)	3.1 - 5.6	7.0 - 9.1	32.8 - 110
Boro (mg/l)	0.9 - 1.9	3.2 - 4.5	6.8 - 58.1
Arsénico (ppm)	< 0.5	0.6	6.0
Uso recomendado	Cultivos con adaptación a boro	Cultivos resistentes a sales y boro	Cultivos resistentes a sales y boro

- Las características climáticas más importantes son:
 - Descripción: Área de desierto costero, con abundante nubosidad, fuerte influencia del anticiclón del pacífico, vientos predominantes de Oeste a Este, y gran estabilidad atmosférica.
 - Precipitaciones: 3,8 mm anuales, concentradas en el mes de enero (0,3 mm), y marzo a septiembre (3,5 mm)
 - Humedad relativa: alta (71,6%) y constante, por influencia marítima
 - Velocidad viento: entre 0,3 y 0,9 m/s, con un recorrido anual promedio de 1.611 km
 - Temperaturas: sin mayores oscilaciones térmicas entre el día y la noche, y entre los meses estivales e invernales. Meses más fríos julio y agosto (15 °C), meses más cálidos enero a febrero (20 a 21 °C). Temperaturas mínimas promedio mensual en junio (9,8 °C)
 - Receso vegetativo: no existe, ya sea en base a umbral de 10 °C o 7 °C
 - Acumulación de horas frío: escasa
 - Acumulación de días grado: 4.624 al año en base a umbral de 5 °C; y 2.799, en base a umbral 10 °C. Los mayores valores se concentran entre diciembre y abril
 - Evapotranspiración potencial: 1.248 mm anuales; 63% entre octubre y marzo.
 - Limitaciones climáticas: acumulación horas de frío y, eventuales vientos fuertes del oeste.

- Los recursos hídricos destinados al riego de ese sector, provendrían de los efluentes tratados en la Planta de Tratamiento de Antofagasta, los cuales son administrados por la Empresa Biwater. Las características de las aguas de riego son:

PARÁMETRO	VALORES NORMALES AGUA DE RIEGO (a)	VALORES NORMA NCh 1333	ANTOFAGASTA	
			CONSULTORA	BIWATER
Reacción (pH)	6.0 – 8.5	5.5 – 9.0	6.89	7.70
Conductividad (Salinidad)	0 – 3 Ds/m	0.75	4.05	2.80
RAS(Relación adsorción Na)	0 – 15	-	9.25	n/d
Calcio (meq/l)	0 – 20	-	5.81	4.80
Magnesio (meq/l)	0 – 5	-	7.08	2.60
Sodio (meq/l)	0 – 40	35%	23.5	n/d
Carbonato (meq/l)	0 – 0.1	-	0.00	n/d
Bicarbonato (meq/l)	0 – 10	-	4.72	n/d
Cloruros (meq/l)	0 – 30	5.6 *	27.5	20.2
Sulfato (meq/l)	0 – 20	5.2 **	9.37	8.20
Boro (mg/l)	0 – 2	0.75	6.00	6.00
Arsénico (mg/l)	0.10	0.10	0.01	0.04
Cobre (mg/l)	0.20	0.20	0.00	0.00

a : FAO 29 Rev.1

** La Norma indica 250 mg/l

n/d: Dato no disponible

* La Norma indica 200 mg/l

- Parámetro no normado

- Características de los posibles beneficiarios
 - Pequeños Propietarios, provenientes de sector de La Chimba, u otros lugares del país
 - Medianos propietario, provenientes de sector de La Chimba, o inversionistas de otras regiones del país

- Tamaño de las explotaciones
 - 3,0 há total, 2,6 há regadas, 11,0 há cultivadas
 - 5,0 há total, 4,5 há regadas, 15,6 há cultivadas
 - 10,0 há total, 9,2 há regadas, 28,7 há cultivadas

- Principales limitantes para los cultivos
 - Salinidad de suelos
 - Presencia de boro en el suelo
 - Presencia de fragipan y tosca dura en suelos
 - Presencia de boro en el agua
 - Falta de horas frío
 - Ocurrencia de fuertes vientos del Oeste

- Criterios para definir estructura de cultivo
 - Tipo de agricultor, y su experiencia productiva
 - Grado de dedicación, y capacidad riesgo financiero
 - Tiempo de concesión de los terrenos
 - Ventajas comparativas y competitivas existentes
 - Canales de comercialización existentes en la zona
 - Expectativas de rentabilidad de corto y largo plazo
 - Velocidad de circulación del dinero
 - Adaptación de las especies a las condiciones de clima, suelo y aguas.
 - Experiencias similares en el país

- Posibles cultivos y rendimientos que se podrían alcanzar son los siguientes:

CULTIVO	ÉPOCA SIEMBRA	OCUPACIÓN SUELO (días) a/	RENDIMIENTOS MÁXIMOS
Aceiga	Todo el año	100	10.710 Atado
Apio	Todo el año	90	21.300 Unidad
Cebolla Temprana	Todo el año	130	19.200 Kilo
Choclo	Todo el año	100	27.300 Unidad
Cilantro (perejil)	Todo el año	80	7.500 Kilo
Espinaca	Todo el año	80	7.100 Kilo
Lechuga	Todo el año	70	57.600 Unidad
Melón	Salida invierno	130	22.400 Unidad
Rabanito	Todo el año	60	560.000 Unidad
Repollo	Otoño	90	15.700 Unidad
Zanahoria	Todo el año	130	214.000 Unidad
Zapallito	Todo el año	140	90.700 Unidad

a/ Incluye período de cosecha

- Necesidades de agua agrícola

Sector AB:	Lavado inicial	4.000 m ³ /há
(117 há)	Necesidades lavado anual	2.520 m ³ /há
	Tasa de riego anual	26.035 m ³ /há

Sector C:	Lavado inicial	8.000 m ³ /há
(156 há)	Necesidades lavado anual	2.520 m ³ /há
	Tasa de riego anual	25.981 m ³ /há

- Las obras consideran una impulsión que se inicia en la planta de tratamiento de la ciudad, para conducir las aguas tratadas hacia la reserva agrícola, hasta seis estanques reguladores dispuestos en ladera de cerro. Tres de estos estanques se ubican inmediatamente bajo la cota 150 msnm y los otros tres a la cota 225 msnm. A partir de estos se derivan las matrices de riego que llegan hasta los predios, conformando una red gravitacional, que capta directamente desde los estanques de regulación y que cubre totalmente esa área. La longitud total de la impulsión es de 16 kilómetros.

- Principales limitantes financieras

- Valor anual Concesión Onerosa de terrenos: \$ 13.770.000 /há
- Costo inversión inicial obras extraprediales: \$ 10.618.821 /há (2.900 mill/273 há)
- Costo inversión obras extraprediales (año 15) \$ 805.566 /há (220 mill/273 há)
- Costo inversión riego intrapredial \$ 1.675.350 /há
- Costo adecuación inicial terrenos \$ 2.100.000 /há
- Costo operación anual sist. riego extrapredial \$ 706.701 /há (193 mill/273 há)
- Costos en agua de riego

Precio del agua de Biwater: \$ 346 m³ (UF 23/1000 m³)

Sector AB:	Lavado inicial	\$ 1.384.000 /há
	Necesidades anuales	\$ 9.008.110 /há

Sector C:	Lavado inicial	\$ 2.768.000 /há
	Necesidades anuales	\$ 8.989.426 /há

- Costo total inversión inicial, por hectárea \$ 15.778.171
- Costo anual en Concesión Onerosa, operación sistema de riego extrapredial y cuenta de agua, por hectárea \$ 23.484.811

- De acuerdo a la evaluación técnico-económica realizada según las pautas de MIDEPLAN, no resulta rentable el proyecto de riego agrícola, aún en condiciones extremas de considerar que, tanto el agua tratada como el valor de la tierra, no tuvieran costo alguno para los agricultores.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los resultados de las sensibilizaciones realizadas para la evaluación económica.

TASA INTERNA DE RETORNO A NIVEL DE PREDIO TIPO Y ÁREA TOTAL DEL PROYECTO BAJO DISTINTOS SUPUESTOS DE SENSIBILIDAD (%)

SUPUESTOS	AB3	AB5	AB10	C3	C5	C10	ÁREA
Concesión Onerosa \$ 0	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Subsidio riego 70%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Subsidio riego 70%, suelos 70%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Precio agua \$ 173/ m ³	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Precio tierra UF 0,2, Subsidio riego y suelo 70%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Concesión \$0, Subsidio riego y suelo 70%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Concesión \$0, agua \$173, Subsidio Riego y Suelos 70%	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Concesión \$0, agua \$40, Subsidio Riego y suelos 100%	3,2	<1	<1	3,1	<1	<1	<1
Concesión \$ 0, Agua \$ 0	4,2	2,1	2,5	4,2	2,1	2,5	3,7
Concesión \$0, agua \$0, Subsidio Riego y suelo 70%	13,1	10,6	11,6	13,1	10,6	11,6	11,6

VALOR ACTUAL NETO A NIVEL DE PREDIO TIPO Y ÁREA TOTAL DEL PROYECTO BAJO DISTINTOS SUPUESTOS DE SENSIBILIDAD (millones de pesos)

SUPUESTOS	AB3	AB5	AB10	C3	C5	C10	ÁREA
Concesión Onerosa \$ 0	-198	-343	-697	-201	-349	-708	-20.925
Subsidio riego 70%	-564	-960	-1.929	-567	-966	-1.940	-58.109
Subsidio riego 70%, suelos 70%	-560	-954	-1.916	-563	-959	-1.927	-57.706
Precio agua \$ 173/ m ³	-499	-850	-1.703	-501	-852	-1.708	-51.265
Precio de la tierra UF 0,2/m ² , subsidio al riego y suelo 70%	-249	-430	-869	-253	-436	-880	-26.152
Precio tierra UF 0,2, Subsidio riego y suelo 70%	-249	-430	-869	-253	-436	-880	-26.152
Concesión \$0, Subsidio riego y suelo 70%	-172	-300	-607	-175	-305	-618	-18.263
Concesión \$0, agua \$173, Subsidio Riego y Suelos 70%	-85	-151	-304	-86	-154	-310	-9.159
Concesión \$0, agua \$40, Subsidio Riego y suelos 100%	-7	-19	-34	-8	-20	-35	-1.020
Concesión \$ 0, Agua \$ 0	-24	-47	-91	-23	-47	-91	-2.718
Concesión \$0, agua \$0, Subsidio Riego y suelo 70%	+2	-3	-2	+2	-3	-2	-57

a/ VAN al 12%

Del análisis de los cuadros anteriores se desprende que el proyecto no es rentable para los agricultores bajo ninguno de los supuestos asumidos en el ejercicio de sensibilización,

debido a que sí bien es cierto en la última alternativa la Tasa Interna de Retorno es del 11,6%, ésta no alcanza a cubrir el 12% con que se calculó el Valor Actual Neto.

- No obstante lo anterior, si las autoridades regionales mantienen la decisión de mantener una zona agrícola en Antofagasta por motivos sociales, ambientales, etc. y no estrictamente económicos, se podría pensar en un proyecto alternativo al estudiado, que básicamente consistiría en trasladar la zona regada actualmente en La Chimba, hacia el sector norte dentro de la reserva agrícola definida por Bienes Nacionales. Cabe destacar que en la zona agrícola actual, se está cambiando el uso del suelo hacia actividades más rentables, tales como: urbanizaciones, industria, recintos deportivos, etc.
- Por tales motivo, se podría estudiar la factibilidad de extender la infraestructura de la impulsión actual operada por Biwater, con el propósito de aprovechar esta impulsión para llevar el agua hacia la zona de la reserva agrícola a donde se trasladarían los actuales regantes de La Chimba, los cuales ocupan una superficie del orden de las 30 hectáreas de riego.
- Finalmente, en el cuadro siguiente se destacan las fortalezas y las oportunidades que presenta Antofagasta respecto a un proyecto agrícola, así como también, sus debilidades y amenazas.

COMPONENTE COMUNA DE ANTOFAGASTA	
<p><u>Fortalezas</u></p> <p>Clima moderado favorable para producciones agrícolas específicas.</p> <p>Baja estacionalidad, relativa, de la producción agropecuaria.</p>	<p><u>Oportunidades</u></p> <p>Predios productivos ubicados a escasa distancia de los consumidores, prácticamente insertos en la zona urbana.</p> <p>Comuna muy poblada con alta demanda por productos hortícolas.</p> <p>Disponibilidad de aguas servidas tratadas para uso agropecuario, como primera opción</p>
<p><u>Debilidades</u></p> <p>Suelos altamente salinos, cuya habilitación para la agricultura demanda elevados costos.</p> <p>Alta inversión en pago de la tierra por concesión onerosa, que hace difícilmente rentable la producción agrícola.</p> <p>Ineludible necesidad de efectuar regularmente "lavado de suelos" para lixiviar las sales.</p>	<p><u>Amenazas</u></p> <p>El establecimiento de grandes supermercados, principalmente en la ciudad de Antofagasta, con abastecimiento de productos frescos, desde fuera de la comuna, provincia e incluso región.</p> <p>El incuestionable desarrollo urbano de la ciudad puede encapsular y luego invadir el área del proyecto.</p> <p>Alta competencia por el uso del escaso recurso hídrico, donde otros sectores de la economía están en condiciones de pagar tarifas más altas por el agua.</p>

5. DESARROLLO AGRÍCOLA EN CALAMA

5.1 Introducción

La ciudad de Calama está experimentando un acelerado crecimiento lo que ha ocasionado una fuerte demanda por recursos hídricos, destinados a la minería y a la producción de agua potable. Lo anterior ha producido una fuerte disminución de la superficie regada en el oasis, motivo por el cual se ha estudiado un proyecto de riego con aguas servidas tratadas que producirá la futura Planta de Tratamiento de Calama, cuya construcción será realizada bajo la modalidad “BOT” (de las siglas en inglés: Build, Operate and Transfer) de acuerdo a los términos de referencia definidos por la Empresa Sanitaria de Antofagasta ESSAN.

Actualmente, ESSAN tiene construido un colector que recibe todas las aguas servidas de Calama, que se descargan a la quebrada Quetena, al poniente de la ciudad. Esta quebrada es afluente del río San Salvador, que a su vez descarga las aguas al río Loa. El lecho de la quebrada Quetena es muy permeable, razón por la que las aguas servidas se infiltran rápidamente, muy cerca del actual punto de descarga del colector. El recinto de la futura planta estará ubicado en las cercanías del punto de descarga, con una superficie estimada en 43 há, con una forma muy irregular, situada junto al sector denominado Verdes Campiña.

De acuerdo con estimaciones de ESSAN, la producción de aguas servidas de Calama sería de 165 l/s en el año 2000 para llegar a los 275 l/s el año 2020. Estos valores definen la oferta hídrica de este proyecto.

La concesión para el tratamiento de las aguas servidas tendría un plazo máximo de 20 años, que incluye el período de construcción y marcha blanca de 540 días contados desde la firma del contrato respectivo. Con posterioridad, la Planta de Tratamiento y todas sus instalaciones anexas pasarían a la propiedad de ESSAN.

5.2 Zona de Riego

La idea inicial del proyecto era reemplazar con aguas servidas tratadas el agua captada en el río Loa por los agricultores, mediante un canje con ESSAN que permitiría a esta empresa incrementar su producción de agua potable. Lo anterior fue descartado ya que los agricultores desearon de plano esa alternativa.

Dado lo anterior, y con el propósito de analizar la factibilidad de regar con aguas servidas tratadas en Calama, la Secretaría Regional de Agricultura definió como zona de riego un sector ubicado al poniente de la ciudad, colindante con el terreno destinado por ESSAN para la futura Planta de Tratamiento por el norte y con el callejón Cobija por el sur a unos 3 km de la ciudad de Calama.

Este terreno corresponde a una zona denominada Cerro Negro, Likantatay y Verdes Campiña. Estos dos últimos lugares corresponden a asentamientos de personas provenientes del altiplano de la II Región, que han tomado posesión de los terrenos, que son

fiscales. Esta situación irregular está en vías de solución, ya que el Ministerio de Bienes Nacionales ha confeccionado un plano de subdivisión de la tierra con el propósito de asignarles definitivamente dichas tierras.

Se trata de un terreno que en total tiene 190,02 hectáreas de terrenos con poca pendiente y poca cobertura vegetal. La ubicación se presenta en la Figura 5.2-1 y su detalle de esta zona se presenta en el Cuadro 5.2-1 adjunto.

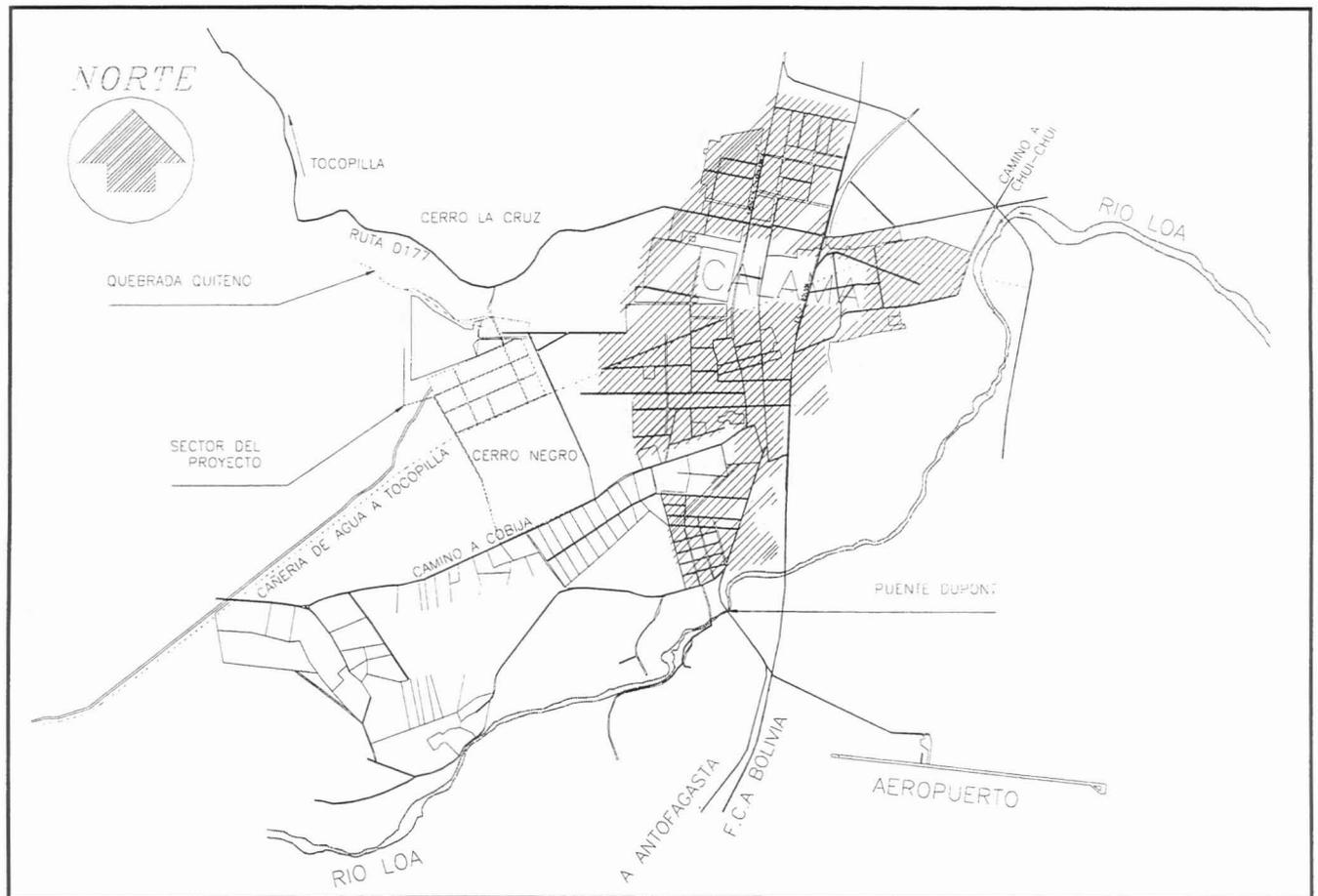
CUADRO 5.2-1
SUPERFICIE DE RIEGO CALAMA

AÑO	SUPERFICIE PARCIAL (há)	SUPERFICIE ACUMULADA (há)	UBICACIÓN	COMENTARIO
1	6,16	6,16	Verdes Campiña	-
2	12,11	18,27	Verdes Campiña	-
3	3,91	22,18	Verdes Campiña	-
4	6,00	28,18	Likantatay	-
5	35,02	63,20	Likantatay	-
6	3,89	67,09	Likantatay	-
7	4,81	71,90	Likantatay	-
8	31,56	103,46	Cerro Negro	-
9	16,42	119,88	Cerro Negro	Sin Riego
10	70,14	190,02	Cerro Negro	Sin Riego

Las superficies indicadas de Likantatay y Verdes Campiña se obtuvieron del Plano preliminar II-3-5574-C-R de Octubre de 1999, del Ministerio de Bienes Nacionales II Región.

Esta zona no tiene derechos de agua, pero actualmente existe agricultura basada en el uso clandestino de las aguas servidas que conducen los colectores de ESSAN hacia la quebrada Quetena. En particular los paños de Verdes Campiña y Likantatay riegan mediante aguas servidas sin tratamiento, que son captadas mediante la rotura de los colectores y sus cámaras para peraltar el nivel del agua para conducirla a las zonas de riego.

FIGURA 5.2-1
PLANO DE UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO DE RIEGO CALAMA



5.3 Obras Proyectadas

Para realizar un estudio de factibilidad de regar con aguas servidas en Calama, se realizó un levantamiento topográfico de detalle en el área del proyecto a escala 1: 2000, ya que no fue posible obtener información existente para dicha zona. De acuerdo con las características topográficas determinadas para este sector, con poco desnivel y con poco micro relieve, se decidió utilizar un riego con tuberías de baja presión, tipo californiano, para llegar con el agua a los predios.

En este caso la solución adoptada consistió en un estanque enterrado destinado a la acumulación de las aguas servidas tratadas provenientes de la Planta de Tratamiento, que se ubicaría en el extremo sur poniente del terreno de ESSAN. Según los estudios topográficos desarrollados, el estanque podría ser alimentado gravitacionalmente de acuerdo con el desnivel existente. En este estanque se instalaría una batería de bombas, formada por 5 unidades de 30 l/s cada una, que darían presión a la red de tuberías proyectada. Conforme a los diseños adoptados, la presión mínima en cada punto de entrega de la red de tuberías fue 4 m columna de agua.

De acuerdo con la información proporcionada por la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura, en el caso de Calama sólo se dispondrían de 150 l/s para el riego del sector. Conforme a los resultados de los estudios agronómicos, se determinó utilizar riego tipo Californiano, cuya demanda unitaria máxima 1.44 l/s/há, es decir la superficie de riego máxima sólo sería de 104 hectáreas, razón por la cual sólo los paños que van del N° 1 al N° 8 pueden ser regados con aguas servidas tratadas.

Para los fines de dimensionar esta estructura hidráulica, se decidió en primer lugar estimar su capacidad total, de forma que pudieran satisfacer la demanda del sistema de riego en momentos que por diversos motivos la planta elevadora quedara fuera de servicio. Para estos efectos se ha supuesto que dichos estanques permitan acumular continuamente 10 horas de abastecimiento continuo sin operación de la planta de elevación, lo que equivale a un 40% de las 24 horas diarias. Como la demanda total de las 104 há es de unas 9.900 m³/día, el volumen de los estanques debe ser 0,4 x 18.000, es decir unos 3.950 m³/día. Se adoptó un valor de 4.000 m³ como capacidad total del estanque acumulador.

Las aguas provenientes de la planta de tratamiento de ESSAN son incorporadas a un estanque acumulador, que recibe las aguas depuradas mediante una tubería de acero de 10" de diámetro. Desde el tranque las aguas son descargadas a una planta de bombeo, desde la cual los recursos son elevados para el riego de los paños. Al pie del tranque acumulador, se consulta una planta de bombeo que recibe las aguas tranque para ser elevadas al riego de los paños. Las motobombas son eléctricas, alimentadas desde la línea eléctrica existente en A.T. Esta obra consiste en una sala de máquinas de 45 m², en que se disponen cinco Motobombas totalizando de 114 KW de potencia absorbida. Estas son alimentadas mediante una subestación eléctrica que se conecta al sistema de A.T. con una extensión de 250 metros de longitud.

Desde la planta de bombeo, se desarrollan trazados de tubería de PVC C4, de 355, 315 y 200 mm de diámetro, con una longitud de 50, 480 y 9900 metros respectivamente. Las tuberías de disponen enterradas hasta los medidores de 3" de entrega a riego de los paños. Se consultan 45 medidores en total, todos de 3" de diámetro.

5.4 Presupuesto de Obras

En este caso se ha propuesto un programa de inversiones en obras civiles, considerando una secuencia que incorpore aspectos financieros, tal que pueda minimizar dichos costos. A partir de las cubicaciones y de los precios unitarios de actividades definidos, se calculó el presupuesto neto por partidas (sin IVA) de todas las obras del estudio, los que se indican en el Cuadro 5.4-1.

Los gastos generales y utilidades del contratista, dado el nivel de prefactibilidad de este estudio, se han considerado iguales al 55% del monto de los costos directos de cada alternativa, relación que corresponde a un valor típico en estudios similares que realiza la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP.

CUADRO 5.4-1
PRESUPUESTO TOTAL NETO INVERSIÓN EN EL AÑO 0

PRESUPUESTO	TOTAL NETO (mill \$)
PRECIOS PRIVADOS	450
PRECIOS SOCIALES	450

Los costos totales netos entregados en el Cuadro anterior, incluyen: costos directos de obras, gastos generales del contratista, imprevistos y utilidades.

Mediante una secuencia lógica de construcción por actividades que componen cada ítem del proyecto, se propone la ejecución de las obras en un período de cuatro a cinco meses, en el primer año del horizonte de la evaluación económica.

Adicionalmente, se consulta la reposición de las motobombas elevadoras en el año 15 del proyecto. A continuación en el Cuadro 5.4-2 se entrega el presupuesto adoptado para la reposición de obras.

CUADRO 5.4-2
PRESUPUESTO TOTAL NETO REPOSICIÓN MOTOBOMBAS EN EL AÑO 15

PRESUPUESTO	TOTAL NETO (mill \$)
PRECIOS PRIVADOS	15
PRECIOS SOCIALES	15

Finalmente, se ha estimado la cantidad de mano de obra asociada a la construcción de las obras civiles del proyecto de Calama, la que asciende a unas 8.000 jornadas –hombres referido al año cero del horizonte de evaluación.

5.5 Resumen y Conclusiones del Estudio de Calama

- El objetivo de este análisis fue analizar el riego con aguas servidas tratadas en una zona adyacente a la futura planta de tratamiento de esta ciudad. Estas zonas corresponden a Verdes Campiñas, Likantatay y parte de Cerro Negro. Actualmente corresponden a zonas de secano que riegan con aguas servidas crudas que se extraen clandestinamente de los colectores que circundan estos terrenos.
- Inicialmente se analizó la posibilidad de un intercambio de aguas superficiales del río Loa por aguas servidas tratadas por ESSAN a aquellos agricultores que cuentan con derechos de aguas y que riegan en el oasis de Calama. Como resultado de este análisis se detectó un nulo interés de los agricultores por esta alternativa.
- Las áreas correspondientes a Likantatay y Verdes Campiñas corresponden a pequeños asentamientos de personas provenientes de la precordillera de la II Región, que se

instalaron en terrenos de Bienes Nacionales, cuya situación está siendo regularizada por parte de dicho Ministerio mediante la donación de los terrenos y cuya superficie en promedio no supera las 0,8 há. Actualmente se cuenta con un plano de loteo confeccionado por esa repartición pública. La localidad de Cerro Negro es un asentamiento más antiguo formado por agricultores con propiedades de mayor tamaño que las anteriores, cuyos terrenos fueron adquiridos y se encuentran regularizados, pero muchos de ellos no poseen derechos de agua.

▪ Superficie

- Total área proyecto : 118 há
- Terrenos regados : 104 há
- Terrenos uso no productiva : 14 há (12%)

▪ Características de los suelos

ITEMES	SECTORES TRABAJADOS	SECTOR DE SUELOS VÍRGENES
Superficie	170 há	
Ubicación	En todos los sectores	En todos los sectores
Textura superficial	Franco arenosa a franco limosa	Franco arenosa fina a franco limosa
Textura profundidad	Franco limosa a franco arenosa	Franco limosa a franco arenosa
Drenaje	Bueno	Bueno a Regular
Topografía	Plana o ligeramente ondulada	Plana o ligeramente ondulada
Presencia hardpan	Si	Si
PH	7.1 - 8.3	7.1 - 7.8
Salinidad (dS/m)	2.2 - 17.3	90 - 552
Boro (mg/l)	7.6 - 40.2	50 - 259
Arsénico (mg/l)	> 2.2 - 21.5	>51
Uso recomendado	Cultivos tolerantes a boro y a salinidad	Cultivos tolerantes a boro y a salinidad

▪ Características climáticas

- Descripción: Clima desértico de estepa de altura, que es característico del extremo Norte del país, y a la altitud que tiene el área con respecto al nivel del mar.
- Precipitaciones: 1,8 mm anuales, concentradas en el mes de marzo-junio (50%), agosto-septiembre (33%), y enero (17%).
- Humedad relativa: 23,2%. Los mayores valores en enero, febrero y marzo.
- Viento: Entre mayo y agosto vientos del Este con una fuerza media mensual de 17 nudos; el resto del año, vientos del Oeste con velocidad media mensual de 14 a 19 nudos. Velocidades máximas promedio mensual sobre los 35 nudos se presentan prácticamente todos los meses del año.

- Temperaturas: Meses más fríos julio y agosto (11 °C), meses más cálidos diciembre a febrero (15 °C). Temperaturas mínimas promedio mensual en agosto (-3.4 °C). Temperatura mínima absoluta promedio mensual inferiores a - 2 °C entre los meses de mayo y septiembre, y en algunos años hasta octubre
 - Receso vegetativo: no existe, ya sea con base a umbral de 10 °C o 7 °C
 - Acumulación de horas frío: 3.260
 - Acumulación de días grado: 3.105 al año en base a umbral de 5 °C; 1.280, en base a umbral 10 °C
 - Evapotranspiración potencial: 2.256 mm anuales. Meses de mayor evapotranspiración son los comprendidos entre octubre y enero, con valores que sobrepasan los 200 mm mensuales.
 - Limitaciones climáticas: vientos, heladas.
- De acuerdo a lo informado por la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura de la II Región, la disponibilidad de agua para el riego agrícola está dada por el compromiso asumido por la empresa de agua potable ESSAN ante el SEREMI de Agricultura de la Región de Antofagasta, de destinar a la agricultura del área en estudio la cantidad máxima de 150 l/s de la producción obtenida de la futura planta de tratamiento de aguas servidas de Calama.
 - Características de las aguas de riego

PARÁMETRO	VALORES NORMALES AGUA DE RIEGO (a)	VALORES NORMA NCh 1333	CALAMA CONSULTORA
Reacción (pH)	6.0 – 8.5	5.5 – 9.0	7.04
Conductividad (Salinidad)	0 – 3 Ds/m	0.75	1.66
RAS(Relación adsorción Na)	0 – 15	-	3.65
Calcio (meq/l)	0 – 20	-	4.04
Magnesio (meq/l)	0 – 5	-	4.28
Sodio (meq/l)	0 – 40	35%	7.45
Carbonato (meq/l)	0 – 0.1	-	0.00
Bicarbonato (meq/l)	0 – 10	-	5.48
Cloruros (meq/l)	0 – 30	5.6 *	6.82
Sulfato (meq/l)	0 – 20	5.2 **	4.79
Boro (mg/l)	0 – 2	0.75	5.10
Arsénico (mg/l)	0.10	0.10	0.00
Cobre (mg/l)	0.20	0.20	0.00

a : FAO 29 Rev.1

* La Norma indica 200 mg/l

** La Norma indica 250 mg/l

- Parámetro no normado

n/d: Dato no disponible

- Situación actual de los terrenos involucrados
 - Propietario de los terrenos: Estado de Chile y particulares
 - Forma transferencia: Donación del Ministerio de Bienes Nacionales
 - Uso actual de los suelos: Desierto y algunos paños cultivados que son regados con aguas servidas sin tratamiento.
 - Uso situación mejorada: Desierto

- Características de los posibles beneficiarios
 - Pequeños Propietarios, provenientes de las zonas altas de la Comuna, y actuales residentes en el sector.
 - Medianos propietario, propietarios actuales en Cerro Negro

- Tamaño de las explotaciones
 - 0.81 há total, 0.7 há regadas, 1,68 há cultivadas
 - 4,0 há total, 3.6 há regadas, 8,64 há cultivadas

- Principales limitantes para los cultivos
 - Salinidad de suelos
 - Presencia de boro en el suelo
 - Presencia de arsénico en el suelo
 - Presencia de tosca en suelos
 - Mala calidad del agua (boro)
 - heladas
 - Ocurrencia de fuertes vientos

- Criterios para definir estructura de cultivo
 - Tipo de agricultor, y su experiencia productiva
 - Grado de dedicación, y capacidad riesgo financiero
 - Ventajas comparativas y competitivas existentes
 - Canales de comercialización que operan en la zona
 - Expectativas de rentabilidad de corto y largo plazo
 - Velocidad de circulación del dinero
 - Adaptación de las especies a las condiciones de clima, suelo y aguas.

- Posibles cultivos y rendimientos que se podrían alcanzar serían los siguientes:

CULTIVO	ÉPOCA SIEMBRA O PLANTACIÓN	OCUPACIÓN SUELO (días) a/	RENDIMIENTOS MÁXIMOS
Cebolla	Ago - Sep	130 - 180	16.300 Kg
Choclo local	Sep - Ene	100	29.000 Unid
Lechuga	Todo el año	70	48.900 Unid
Repollo	Ago - Ene	90	14.200 Unid
Zanahoria	Ago - Sep	130	192.800 Unid
Alfalfa		365	10.800 Kg b/

a/ Incluye período cosecha

b/ Seco y verde

- Necesidades de agua agrícola

Sector A: Lavado inicial 6.000 m³/há
 Necesidades lavado anual 2.520 m³/há
 Tasa de riego anual 28.437 m³/há

Sector B: Lavado inicial 12.000 m³/há
 Necesidades lavado anual 2.520 m³/há
 Tasa de riego anual 30.435 m³/há

- Sobre la base de esta disponibilidad se desarrolló un proyecto de riego agrícola el cual consta de un estanque de acumulación, una planta de elevación y una red de distribución de riego tipo Californiano para la distribución del agua a todos los predios que conforman los loteos de Verdes Campiñas, Likantatay y a 35 há de la localidad de Cerro Negro, con un total de 14 há regadas.

- Principales limitantes financieras

- Costo inversión inicial obras extraprediales: \$ 4.327.000 /há (450 mill/104 há)
- Costo inversión obras extraprediales (año 15) \$ 144.000 /há (15 mill/104 há)
- Costo inversión riego intrapredial \$ 629.850 /há
- Costo adecuación inicial terrenos \$ 1.400.000 /há
- Costo operación anual sist. riego extrapredial \$ 96.154 /há (10 mill/104 há)
- Costos en agua de riego

Precio del agua de Biwater: \$ 346 m³ (UF 23/1000 m³)

Sector A: Lavado inicial \$ 2.076.000 /há
 Necesidades anuales \$ 9.839.202 /há

Sector B: Lavado inicial \$ 2.768.000 /há
 Necesidades anuales \$ 8.989.426 /há

- Costo total inversión inicial, por hectárea \$ 8.432.850
- Costo anual operación sistema de riego extrapredial y cuenta de agua, por hectárea \$ 9.935.356

- De acuerdo a las pautas de MIDEPLAN, la evaluación económica indicó que el proyecto de riego resultó no factible. Principalmente esta evaluación entregó resultados negativos debido a dos motivos principales. El primero es el costo del agua tratada y el otro, por restricciones derivadas de la calidad del agua, calidad del suelo y clima, los cuales no permiten un desarrollo agrícola basado en cultivos de alta rentabilidad.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los resultados de las sensibilizaciones realizadas para la evaluación económica.

TASA INTERNA DE RETORNO A NIVEL DE PREDIO TIPO Y ÁREA TOTAL DEL PROYECTO, BAJO DISTINTOS SUPUESTOS DE SENSIBILIDAD (%)

SUPUESTOS	A4	A1	B4	B1	ÁREA
Subsidio riego 70%	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Precio del agua \$ 173	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
70% Subsidio riego y suelo	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Agua \$174, subsidio riego y suelos 70%	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Agua \$174, subsidio riego y suelos 100 %	2,7	< 1	< 1	< 1	< 1
Agua \$ 0	10,1	4,4	4,2	< 1	7,3
Agua \$ 0, subsidio riego y suelos 70%	23,4	12,3	13,8	1,9	17,7

VALOR ACTUAL NETO A NIVEL DE PREDIO TIPO Y ÁREA TOTAL DEL PROYECTO, BAJO DISTINTOS SUPUESTOS DE SENSIBILIDAD. (millones de pesos)

SUPUESTOS	A4	A1	B4	B1	ÁREA
Subsidio riego 70%	- 253	-51	- 289	- 58	- 7.449
Precio del agua \$ 173	- 134	- 28	- 158	- 33	- 4.022
70% Subsidio riego y suelo	- 250	- 51	- 284	- 57	- 7.342
Agua \$174, subsidio riego y suelo 70%	- 119	- 25	- 141	- 29	- 3.591
Agua \$174, subsidio riego y suelo 100 %	- 5	- 3	- 16	- 5	- 306
Agua \$ 0	- 4	- 3	- 15	- 5	- 271
Agua \$ 0, subsidio riego y suelos 70%	+ 11	+ 0,07	+ 2	- 2	+ 160

a/ VAN al 12%

Del análisis de los cuadros anteriores se desprende que el proyecto no es rentable para los agricultores bajo ninguno de los supuestos asumidos en el ejercicio de sensibilización, salvo el último, donde la Tasa Interna de Retorno es superior al 12% empleado para calcular el Valor Actual Neto del proyecto.

- No obstante lo anterior, el diagnóstico realizado indica un grave problema social y ambiental. En efecto, los agricultores de esta zona que en su mayoría pertenecen a los grupos étnicos de la II Región viven en una condición de extrema pobreza y con serios

riegos ambientales del uso de aguas servidas en riego. Por tal motivo, estos Consultores estiman que las autoridades regionales deberían dar una solución definitiva a estos problemas, aún cuando, las evaluaciones técnicas económicas indican una baja rentabilidad para el proyecto agrícola.

- Lo anterior evitaría una serie de conflictos, particularmente entre los agricultores y la empresa concesionaria de la planta de tratamiento. Además, permitiría que la donación de terrenos que esta llevando a cabo el Ministerio de Bienes Nacionales tenga mayor sentido al permitirles a estos agricultores proyectarse en el tiempo con una actividad agrícola sustentable que les permita vivir con dignidad.
- Finalmente, en el cuadro siguiente se desatacan las fortalezas y las oportunidades que presenta Calama respecto a un proyecto agrícola, así como también, sus debilidades y amenazas.

COMPONENTE COMUNA CALAMA	
<u>Fortalezas</u>	<u>Oportunidades</u>
<p>Existe una "cultura" agrícola entre los productores que facilita la incorporación de tecnologías.</p>	<p>La producción agrícola tiene un poder demandante permanente.</p> <p>Parte de la producción agrícola no presenta problemas serios de estacionalidad.</p>
<u>Debilidades</u>	<u>Amenazas</u>
<p>Propiedades de pequeño tamaño que limitan la posibilidad de efectuar inversiones importantes en los predios.</p> <p>La presencia de considerables niveles de sales y boro limita las posibilidades de ampliar el espectro de opciones de cultivo hacia otros más rentables y de mayor demanda.</p> <p>El empleo de aguas servidas sin tratar impide el cultivo de rubros de mayor precio de venta.</p>	<p>Los vegetales de consumo humano y mayor precio a la venta se producen, por razones sanitarias, en localidades fuera del área del componente.</p>

6. PROYECTO DESARROLLO AGRÍCOLA EN BAQUEDANO

6.1 Antecedentes

La comuna de Sierra Gorda cuenta con una planta para el tratamiento de las aguas servidas de la localidad de Baquedano, cuya población, de acuerdo a los antecedentes proporcionados por el último Censo de Población y Vivienda del año 1992, es de 514 habitantes. Según la misma fuente de información, en dicho centro poblado existe un total de 218 viviendas, 144 de las cuales se encuentran conectadas al sistema de alcantarillado.

Si se aplican al centro poblado de Baquedano los parámetros de proyección de población empleados por el Instituto Nacional de Estadísticas para la comuna de Sierra Gorda, se desprende de que éste contará en el año 2005 con 544 habitantes, lo que significa un crecimiento poblacional del 5,7% con respecto a la población existente al año 1992. De ello se puede inferir que en un futuro de mediano plazo no se deben esperar cambios significativos en cuanto a los volúmenes de aguas servidas generadas en el centro poblado, y por ende, en la disponibilidad de agua servida tratada para regadío.

La planta de tratamiento, que se encuentra localizada aproximadamente a un kilómetro al Oeste del centro poblado y a trescientos metros del camino asfaltado que llega a la ciudad de Antofagasta, tiene una capacidad de diseño de tan solo un litro por segundo.

En el año 1999 la Municipalidad contrató al consultor señor Jorge Torres Salazar para que desarrollara un estudio en el que se determinara la superficie factible de ser regada con las aguas generadas por la planta de tratamiento, diseñara un sistema de riego tecnificado, y propusiera el uso, o destino de los suelos que eventualmente pudieran ser regados.

En dicho estudio se determinó una superficie máxima de riego de tal solo 1,3 há, y se recomendó la construcción de un pequeño parque, o área verde, destinado a la recreación de los habitantes de Baquedano, y al reposo de turistas y transportistas que viajan por la ruta 5 Norte, desde y hacia la ciudad de Antofagasta.

Este proyecto turístico se encuentra en etapa de ejecución. En estos momentos existe un grupo de cinco glorietas construidas, se ha efectuado el trazado topográfico para la plantación de un bosque, se cuenta con un pequeño vivero forestal, y con experiencia acumulada sobre el comportamiento algunas especies vegetales.

De lo expuesto se puede inferir que en la localidad de Baquedano el agua servida tratada disponible se encuentra ya destinada, por lo que no es factible disponer de ella para desarrollar un componente agrícola adicional, y menos aún considerando el tamaño máximo que puede llegar a tener una eventual explotación agrícola, y el número de personas que se beneficiarían de ella.

6.2 Resumen y Conclusiones del Estudio de Baquedano

- En esta localidad de la comuna de Sierra Gorda se está desarrollando un proyecto de agroturismo, el cual está completamente definido y en donde se aprovechan los recursos tratados en la planta de tratamiento de aguas servidas de 1 l/s.

La superficie de los terrenos posible de regar es de 1,3 há.

- Características de los suelos

ÍTEMES	SECTORES TRABAJADOS	SECTOR DE SUELOS VÍRGENES
Superficie	0.03	1.0
Origen de los suelos	Mezcla guano con subsuelo y arena	Naturales
Textura superficial		Franco arenosa fina a franco limoso
Textura profundidad		Franco limosa a franco arenosa
Presencia de tosca dura		Si
Topografía	Plana	Plana o ligeramente ondulada
Presencia hardpan		Si
PH	7.7 - 8.0	7.5 - 8.0
Salinidad (dS/m)	6.2 - 10.2	267 - 600
Boro (mg/l)	6.2 - 6.2	34 - 42
Arsénico (mg/l)	< 0.5	21.5
Uso recomendado	Cultivos tolerantes a boro y a salinidad	Cultivos tolerantes a boro y a salinidad

- Características climáticas

- Descripción: Clima desértico de estepa de altura, que es característico del extremo Norte del país, y a la altitud que tiene el área con respecto al nivel del mar.
- Precipitaciones: 1,9 mm anuales, concentradas en el mes de junio y julio.
- Humedad relativa: oscila entre 13.5% en noviembre, hasta 33.3% en enero.
- Velocidad viento: la media mensual anual es de 1.7 m/s, con un recorrido anual promedio de 4.666 km NO se cuenta con registros sobre velocidades máximas.
- Temperaturas: temperatura media anual de 16.2 °C, con máxima media mensual de 31.7 °C, y temperatura mínima media mensual de 0.1 °C
- Receso vegetativo: no existe, ya sea con base a umbral de 10 °C, o 7 °C
- Acumulación de horas frío: 2.943
- Acumulación de días grado: 2.259 al año con base a un umbral de 10 °C.
- Evapotranspiración potencial: 2.515 mm anuales; 56% entre octubre y marzo.
- Limitaciones climáticas: Heladas y fuertes vientos.

▪ Características de las aguas de riego

PARAMETRO	VALORES NORMALES AGUA DE RIEGO (a)	VALORES NORMA NCh 1333	BAQUEDANO CONSULTORA
Reacción (pH)	6.0 – 8.5	5.5 – 9.0	6.35
Conductividad (Salinidad)	0 – 3 Ds/m	0.75	0.48
RAS(Relación adsorción Na)	0 – 15	-	2.20
Calcio (meq/l)	0 – 20	-	0.82
Magnesio (meq/l)	0 – 5	-	1.46
Sodio (meq/l)	0 – 40	35%	2.35
Carbonato (meq/l)	0 – 0.1	-	0.00
Bicarbonato (meq/l)	0 – 10	-	2.84
Cloruros (meq/l)	0 – 30	5.6 *	1.43
Sulfato (meq/l)	0 – 20	5.2 **	0.58
Boro (mg/l)	0 – 2	0.75	1.20
Arsénico (mg/l)	0.10	0.10	0.05
Cobre (mg/l)	0.20	0.20	0.04

a : FAO 29 Rev.1

* La Norma indica 200 mg/l

** La Norma indica 250 mg/l

- Parámetro no normado

n/d: Dato no disponible

▪ Situación actual de los terrenos involucrados

- Propietario de los terrenos: Municipalidad
- Uso actual de los suelos: ensayos, y construcción de proyecto turístico

▪ Principales limitantes para los cultivos

- Salinidad de suelos
- Presencia de boro y arsénico en el suelo
- Presencia de fragipan y tosca dura en suelos
- Presencia de boro en el agua
- Heladas
- Ocurrencia de fuertes vientos del Oeste

- Finalmente, en el cuadro siguiente se destacan las fortalezas y las oportunidades que presenta Baquedano respecto a un proyecto agrícola, así como también, sus debilidades y amenazas.

COMPONENTE COMUNA SIERRA GORDA (BAQUEDANO)	
<u>Fortalezas</u>	<u>Oportunidades</u>
Clima moderado favorable para producciones agrícolas específicas.	Desarrollo de actividades de bien comunitario.
<u>Debilidades</u>	<u>Amenazas</u>
Proyecto de reducido tamaño e impacto. Escasa oferta de aguas tratadas servidas.	No detectadas

7. DESARROLLO AGRÍCOLA EN SAN PEDRO DE ATACAMA

- Los objetivos principales para la localidad de San Pedro de Atacama de acuerdo a lo solicitado en los Términos de Referencia fue el desarrollar un diagnóstico y propuesta para el mejoramiento del riego y la capacidad de gestión de la Asociación de Regantes y Agricultores de San Pedro de Atacama; proponer mecanismos para comercializar en el mercado nacional o internacional productos agrícolas con sello que certifique su procedencia de áreas regadas de San Pedro de Atacama; elaborar un plan de desarrollo del agro que enfatice las particularidades étnicas de sus habitantes; proponer proyectos de desarrollo agroturísticos y su evaluación.
- El área en estudio se encuentra localizada aproximadamente a 1.700 kilómetros de Santiago, en la comuna de San Pedro de Atacama, provincia de El Loa, Región de Antofagasta. Corresponde al área regada que se ubica en los ayllus que existen en los alrededores del pueblo de San Pedro de Atacama, ubicado en el paralelo 22°54' latitud sur y en el meridiano 68°12' longitud oeste, a una altitud de 2.438 metros sobre el nivel del mar.

▪ Superficie Agrícola

De acuerdo a los resultados del estudio de suelo efectuado dentro del programa de trabajo de la presente consultoría, la superficie potencialmente agrícola existente en los ayllus que conforman el área en estudio es de 1.804 há, que representa el 5,3% de la superficie censada por el Instituto Nacional de Estadísticas en la comuna de San Pedro de Atacama, y el 4,4% de la censada en la Región de Antofagasta. De acuerdo a los resultados de la tabulación del cuestionario aplicado a los agricultores en el mes de enero del año 2000, se concluye que la superficie regada, y por ende cultivada, es de aproximadamente 1.155 há, equivalentes al 64% de la tierra arable disponible.

▪ Características Climáticas

- Precipitaciones: 27,1 mm concentrándose un 80% entre los meses de noviembre y enero.
- Humedad relativa: promedio anual de 24,3%, entre los meses de enero y marzo alcanza cifras superiores al 35%, en tanto que en los meses de inviernos desciende a un rango de 15% a 18%.
- Recorrido del viento: promedio anual de 1.770 Km. La mayor velocidad promedio mensual ocurre en el mes de octubre (1,0 m/s), mientras que durante la época de desarrollo de los cultivos anuales ésta oscila entre 0,6 m/s y 1,0 m/s.
- Temperatura: La T° media anual es de 14,4 °C, con un máximo en el mes de febrero (18,8 °C) y un mínimo en el mes de junio (9,2 °C). La temperatura promedio de las máximas mensuales tiene un rango de entre 22,6 °C y 31,3 °C, en tanto que las temperaturas promedio de las mínimas

mensuales oscila entre $-3,4$ °C en el mes de agosto hasta $4,7$ °C en el mes de enero.

- Receso vegetativo: con base a un umbral de 10 °C es de 61 días (junio y julio)
- Acumulación anual de horas de frío es de aproximadamente 2.700 horas
- Acumulación de días-grado, a igual umbral térmico, es de 1.656 días
- Evapotranspiración potencial de los cultivos llega a 2.083 mm

De acuerdo a lo antes señalado, y considerando tanto variables climáticas como agroclimáticas, se puede concluir que las mayores restricciones para el desarrollo de la actividad agrícola están dadas por el alto déficit hídrico, por el riesgo de ocurrencia de heladas, por la intensidad de las mismas, por el fuerte viento que azota algunas veces a la zona, y por temperaturas máximas diarias que pueden afectar a algunos cultivos, principalmente aquellos que se han establecido bajo plástico.

▪ Características de los Suelos

Los suelos tienen un origen aluvial complejo, con depósitos sedimentarios de gran variabilidad. Los perfiles presentan una marcada estratificación originada por depósitos asociados a sucesivos aluviones. El drenaje es bueno, siendo muchas veces excesivo por el predominio de texturas gruesas. El problema de salinidad superficial es leve, llegando a ser moderado en el subsuelo. El Boro en el extracto saturado se encuentra en niveles superiores a los estipulados como perjudiciales para cultivos sensibles a este elemento (0,7 ppm).

Se identificaron siete Series de suelo y cuatro tipos de Micelaneos aluviales. Las Series son: Cachiyuyal, Cucuter, Maizal, Solor, Triángulo de Cucuter, Tulor, y Vecinal Cucuter.

▪ Disponibilidad de Agua para Riego

Las aguas que riegan los terrenos agrícolas de San Pedro de Atacama son captadas mayoritariamente en el río San Pedro, y en menor importancia, desde el río Vilama.

- Río San Pedro de Atacama. Este río se forma de la confluencia de los ríos Jauna y Putana. El primero de ellos nace en los cerros de Tocorpuri y el Tatio, y el segundo, en los ojos de Agua del Putana. A su vez, el río Putana recibe al río Incahuasi como su principal afluente; el río Putana es también afluente del río Jauna el que escurre en sentido norte-sur, recibiendo éste los aportes del río Peñaliri o Machuca, dando nacimiento este conjunto de escurrimientos naturales al río Grande, el cual es uno de los principales afluentes del río San Pedro.

El afluente principal del río San Pedro es el río Salado con un caudal promedio de 200 l/s, corre paralelo al río principal y muy próximo a él desde San Bartolo hasta su confluencia.

- Río Vilama. El río Vilama tiene su hoya hidrográfica independiente del río San Pedro y sus nacientes algo más al sur y son esencialmente de origen termal. Uno

de sus afluentes más importante es el río Puritama, el cual nace en los baños de Puritama a 3.695 msnm y el río Frío que tiene iguales fuentes. El río Vilama desemboca en el Salar al sur de Ayllu de Poconche.

Los escasos caudales de los ríos San Pedro y Vilama se ven agravados por el problema de la calidad de sus aguas. Debido a los terrenos fuertemente salinos que atraviesan, su contenido total en sólidos es muy alto, especialmente en cloruros y carbonatos.

El régimen del río San Pedro presenta una constancia de los caudales a través del año, sólo 0,16 m³/seg, siendo muy irregular en sus variaciones que impiden clasificarlo ni entre los ríos de régimen pluvioso ni entre los ríos de régimen nival.

- Características de las aguas de Riego

De acuerdo a los antecedentes disponibles las aguas de San Pedro, presentan un muy alto riesgo de salinización, y un alto riesgo de sodificación.

El Boro llega a concentraciones de 1,2 a 2,0 mg/l, lo que excede con creces el límite de 0,75 mg/l establecido por la Norma 1333.

El arsénico, elemento altamente tóxico para la salud humana y animal, presentó valores de entre 0,05 hasta 0,14, cifra que es considerada alta si se compara con el valor límite de 0,10 mg/l establecido en la Norma Chilena 1333.

Los análisis de coliformes fecales efectuados en los ayllus dieron resultados disímiles. Detectándose valores entre 5.000 coliformes por 100 ml de agua y 26.000 coliformes por 100 ml de agua. Ambos valores exceden largamente lo estipulado por la Norma Chilena 1333, donde se establece un límite de 1.000 coliformes por 100 ml de agua.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los análisis químicos del río San Pedro en Cuchabrachi, que caracteriza las aguas de riego que se utilizan en riego.

PARÁMETRO	VALORES NORMALES AGUA DE RIEGO (a)	VALORES NORMA Nch 1333	Muestreo R & Q (1992)	Muestreo 1 8-10 Oct.97	Muestreo 2 12-14 Nov.97
Reacción (pH)	6.0 – 8.5	5.5 – 9.0	8,87	8,27	8,63
Conductividad (Salinidad)	0 – 3 Ds/m	0.75	2240	2950	2830
RAS(Relación adsorción Na)	0 – 15	-	7,72	10,25	10,25
Calcio (meq/l)	0 – 20	-	4,74	5,15	5,86
Magnesio (meq/l)	0 – 5	-	3,33	3,28	2,24
Sodio (meq/l)	0 – 40	35%	15,50	21,00	20,00
Carbonato (meq/l)	0 – 0.1	-	0,27	0,40	0,94
Bicarbonato (meq/l)	0 – 10	-	2,72	1,78	0,73
Cloruros (meq/l)	0 – 30	5.6 *	16,25	18,86	18,56
Sulfato (meq/l)	0 – 20	5.2 **	4,87	8,75	7,98
Boro (mg/l)	0 – 2	0.75	1,20	1,90	2,00
Arsénico (mg/l)	0.10	0.10	0,14	0,08	0,05
Cobre (mg/l)	0.20	0.20	0,05	0,22	0,03

a : FAO 29 Rev.1
 * : La Norma indica 200 mg/l
 ** : La Norma indica 250 mg/l
 - : Parámetro no normado
 n/d : Dato no disponible

Todos estos elementos necesariamente deben tenerse en cuenta al momento de proyectar cualquier tipo de desarrollo agrícola y turístico de la zona. De ser posible se deberían efectuar todos los esfuerzos necesarios tendientes a tratar las aguas, y reducir al máximo sus efectos negativos para la salud humana y para el desarrollo de los cultivos.

■ Caracterización de los Agricultores y Población de San Pedro de Atacama

Se efectuó un estudio sociológico y antropológico y se pudo determinar que los estratos semi-campesinos, pequeños propietarios, y comuneros, son un sector socio cultural con una cultura rígida respecto al cambio, lo que afecta indirectamente su voluntad a cualquier modificación que se quiera efectuar con relación a tecnologías productivas, educación, familia, y otros factores de transformación no tradicional.

Esta cultura rígida se ha visto permeabilizada por la alta afluencia de turistas, lo que ha generado transformaciones en las costumbres de la población, y flexibilizado su actitud con respecto a los mismos. Sin embargo, este cambio de comportamiento no es homogéneo en la población atacameña, ya que existen personas que se resisten a ellos, aunque no lo hagan en forma explícita.

Las posibilidades de lograr cambios de comportamiento en la población dependen de la naturaleza y profundidad de ellos, de tal manera que para poder tener éxito en cualquier programa de desarrollo necesariamente se deberán proyectar cambios en etapas sucesivas y complementarias.

Se concluye que aspectos como reconversión productiva, transformaciones en la mentalidad de producción (rentable, competitiva, autónoma, y no dependiente), transformaciones en la calidad de vida articulada al incremento de ingresos económicos, son todos cambios que sólo pueden alcanzarse en un horizonte de largo plazo, entendiéndose por tal un período de cinco a ocho años. A su vez, para lograr cualquier tipo de cambio de comportamiento es fundamental de que éste no solo sea consensuado, sino que también promovido con el beneplácito de los habitantes de la zona. Por tal motivo se deben hacer esfuerzos para promover formas distintas de lograr una participación activa y dinámica de la población, y que a su vez ésta se comprometa con los objetivos de desarrollo planteados por la autoridad.

▪ Sistemas de Producción y Mercadeo

Los sistemas de producción son de tipo tradicional, donde el agricultor destina parte importante de los terrenos de riego a la producción de autoconsumo. Los métodos de riego empleados en los diferentes cultivos son los que históricamente se han utilizado, existiendo algunos casos aislados que han introducido métodos de mayor eficiencia, sin que ello responda a factores de tamaño de propiedad, ubicación geográfica o condición económica del productor. La preparación de los suelos se efectúa mayoritariamente sobre la base de tracción animal. Los niveles de utilización de fertilizantes, plaguicidas y semillas de calidad son por lo general bajo.

Las estructuras de cultivo son similares para todos los Predios Tipo identificados: se destina una alta proporción de terrenos regados a praderas forrajeras artificiales, los cultivos de temporada no presentan mayor importancia, gran parte de estos últimos tienen por finalidad satisfacer los requerimientos de autoconsumo, las plantaciones frutales son dispersas, con una clara preponderancia de dos o tres especies bien adaptadas y de árboles viejos.

La estructura de cultivos está conformada por un número relativamente pequeño de especies, destacándose entre ellas las siguientes: en cereales, trigo y maíz; en chacras, papa; en hortalizas, choclos, ajo, haba y algunas hortalizas de hoja; en frutales, peral europeo y membrillo; en plantas forrajeras, alfalfa.

La agricultura que se desarrolla en el área en estudio tiene como finalidad principal satisfacer los requerimientos al interior de la unidad de producción, motivo por el cual la mayor parte de las producciones cosechadas son destinadas al autoconsumo.

Por otro lado, en el centro poblado de San Pedro de Atacama no existe una infraestructura y un sistema que facilite a los productores la comercialización de aquella parte de la producción que eventualmente puede destinar al mercado, por lo que éste se ve en la obligación de entregar su mercadería a transportistas e intermediarios que actúan en algunos canales de comercialización, o trasladarse hasta la feria agrícola de la ciudad de Calama, para lo que debe recorrer aproximadamente 100 kilómetros.

- Diagnóstico y Proposición para el Mejoramiento del Riego
 - a) Sistema de Riego San Pedro. Los principales problemas del sistema de regadío de San Pedro son:
 - Escasez de agua
 - Salinidad de las aguas
 - Falta de capacidad y deficiencia de la infraestructura de canales
 - Problemas organizativos
 - Forma del riego, en especial el sistema de turnos
 - Necesidad de apoyo técnico y crediticio

El problema de la escasez y salinidad de las aguas ha sido estudiado en varias ocasiones. Los resultados han indicado que existe una alternativa de obras rentable que significaría una notable mejoría en ambos factores. Este conjunto de obras estaría constituido por el embalse Coyil, más una captación de las aguas del río Salado antes de su paso por el sector de ojos de salmuera, y posterior trasvase hacia el río Grande para ser reguladas en el embalse Coyil, más un mejoramiento de la infraestructura de canales, entre las cuales se cuenta:

- Bocatoma Canales La Patilla y Tambillo
- Obra de Captación Canal Bellavista
- Revestimiento de los Canales Derivados Silo, Amacay, Paxa y Larache
- Revestimiento Río San Pedro Canalizado
- Revestimiento Canal La Patilla
- Revestimiento Canal El Naranjo

- Revestimiento Canal Tambillo
- Revestimiento Canal Bellavista

- b) Problemas Organizativos. El diagnóstico reveló una serie de problemas a nivel de las organizaciones, pero que en gran medida pueden comenzar a resolverse con la creación legal de la Comunidad Indígena de Aguas de San Pedro.

Actualmente la organización de regantes no cuenta con la capacidad ni la organización necesaria para asumir un rol de contraparte en el proceso de definir un programa de mejoramiento del riego. Por tal motivo es imprescindible que los organismos del Estado apoyen a las comunidades para lograr un cambio de actitud es éstos frente a los desafíos que plantean la operación de los actuales sistemas de riego y los que a futuro se construyan.

Se nota en la gente el deseo de los atacameños de lograr una autonomía de decisión bajo un marco de sustentabilidad, con la finalidad de lograr 4 objetivos básicos:

- mejoramiento de la calidad de vida, disminuyendo la pobreza
- fortalecimiento de la capacidad de la población para generar ingresos
- fortalecimiento y preservación de la identidad étnica

- fortalecimiento de la gestión de los recursos humanos y financieros

En el caso de los regantes, ya se ha creado una sola Comunidad de Aguas, que perfectamente puede actuar bajo los principios anteriores. Sin embargo, se estima que la eventual materialización de los proyectos mayores de obras de riego anteriormente indicados va a constituir un desafío muy grande. Para regar adecuadamente lo más recomendable sería la creación de comités que representen a los subsistemas de riego que se definan según el esquema de turnos que se adopte. Estos comités deben funcionar en forma independiente, por cuanto cada subsistema tendrá sus propios problemas especiales que resolver, y a la vez tener al menos un representante ante la Directiva de la Comunidad de Aguas.

El desafío es muy grande, por cuanto hay que luchar contra la migración y hacer volver a la gente a sus tierras, lo cual sólo se conseguirá mostrando esta actividad como más atractiva y rentable que las alternativas, para lo cual se requiere de un gran apoyo técnico y crediticio en todo tipo de aspectos del riego y de la producción agrícola.

Por otra parte, en el cuadro siguiente se desatacan las fortalezas y las oportunidades que presenta San Pedro de Atacama respecto a un proyecto agrícola, así como también, sus debilidades y amenazas.

COMPONENTE COMUNA SAN PEDRO DE ATACAMA	
<u>Fortalezas</u>	<u>Oportunidades</u>
<p>La agricultura tiene características de forma de vida más que actividad económica.</p> <p>Existe una "cultura" agrícola consolidada.</p>	<p>El desarrollo del turismo favorece el incremento de los ingresos provenientes del sector Agropecuario.</p> <p>La presencia frecuente de grupos de turistas, importantes en número, beneficia el desarrollo de otras actividades productivas en el seno de la familia agrícola.</p> <p>No existe competencia por el uso del agua con otros sectores de la economía, ya que ella es propiedad de los regantes y no puede destinarse a otro uso mas que el agropecuario.</p>
<u>Debilidades</u>	<u>Amenazas</u>
<p>Agua de riego escasa, altamente salobre y contaminada con coliformes.</p> <p>Se presentan grandes oscilaciones térmicas diarias (-10° a 35°).</p> <p>Alta radiación solar y evotranspiración.</p> <p>Los propietarios agricolas son de avanzada edad.</p> <p>Los regantes no están bien organizados ni tienen capacidad de gestión</p> <p>No hay infraestructura ni sistemas establecidos para facilitar la comercialización.</p>	<p>El crecimiento de la demanda de productos, originada por un sector turístico en pleno desarrollo, puede favorecer la instalación de mercados locales que adquieran dichos productos fuera del área del proyecto y de la región.</p>

- Programa de Comercialización de Bienes con Denominación de Origen

El programa tuvo por objeto analizar la factibilidad de comercializar productos que cuenten con un sello a través del que se acredite que su procedencia es de la localidad de San Pedro de Atacama, de manera de aprovechar la cantidad de turistas nacionales y extranjeros que visitan la Comuna, y el prestigio que ésta tiene en varios países americanos, europeos y asiáticos.

Mediante este mecanismo se espera incrementar el número de negocios, los volúmenes de comercialización, y la velocidad de venta de aquellos productos o artículos que presentan las mejores opciones, y de ser posible, mejorando la presentación aumentar el nivel de precios con que ellos se comercializan.

Para el análisis de este problema se definió en primer lugar, cuáles son los requisitos que debe cumplir un producto para ser considerado como originario de un territorio.

Posteriormente, se realizó un catastro con los productos que podrían contar con denominación de origen y un análisis de los productos más demandados por los turistas, dentro de los cuales se cuenta diversos productos de artesanía y algunos productos típicos de la zona, tales como: lámparas y pantallas de cactus, paneras, apliqués, joyeros, etc. Otros productos corresponden a tejidos artesanales y artesanía en piedra que cuenta con réplicas a escala de las fachadas de las iglesias altiplánicas y su torres, pequeñas representaciones del cono del volcán Licancabur, réplicas de las ruinas de la aldea de Tolor, también una amplia variedad de figuras de animales como burros, llamas y alpacas, y algunos objetos utilitarios, tales como porta focos, ceniceros, pedestales para lámparas. Todos estos artículos se trabajan en un tipo de roca volcánica llamada liparita, que se explota en canteras de Toconao.

- Plan de Gestión para el Desarrollo

La capacidad de pago actual de los regantes atacameños, para cumplir con los compromisos que les impone el DFL 1.123 o la Ley 18.450, para la construcción de obras de riego, es hoy en día muy limitada. Esto entraba normalmente el planteamiento de cualquier Plan de Gestión para el riego, ya que éste debe comenzar con el mejoramiento del sistema de obras actualmente existente.

En consecuencia, se postula que para lograr la factibilidad de un Plan de Gestión para la agricultura de San Pedro de Atacama, es fundamental que las autoridades correspondientes consideren el problema desde un punto de vista muy especial, con gran contenido étnico y social, geopolítico, de desarrollo, etc., preparando programas de subsidios y asistencia técnica y crediticias bastantes más amplias que las normales, que tomen en cuenta la cultura y costumbres de esta etnia. Se debe lograr que las comunidades de regantes sea fortalecida, de tal forma que se transforme en una contraparte activa en la solución de los problemas del valle.

Con el fin de alcanzar el objetivo de desarrollo para San Pedro de Atacama, se deberán concentrar acciones tendientes a lograr el fortalecimiento técnico y financiero del

gobierno comunal, de tal manera de que sea éste el ente conductor y coordinador de toda acción que emprenda en el área el sector público y privado, sin perjuicio que determinados proyectos y programas deban ser subsidiados y manejados por instituciones de nivel Regional o Nacional.

Para estos efectos se deberán llevar a cabo importantes esfuerzos de modernización y actualización de la estructura y funcionamiento de la administración comunal. Base fundamental de ello es la transformación de las actividades administrativas hacia una racionalización de la gestión pública, con flexibilidad presupuestaria local, y la correspondiente autonomía en las decisiones.

El municipio debe tender a alcanzar el máximo aprovechamiento de los recursos locales, en forma integrada al país, y complementándose con áreas de interés económica, política y social, constituyéndose en un polo de atracción de las inversión pública y privada, nacional y extranjera. Debe propender, y también presionar, para el incremento y mejoramiento de la infraestructura productiva y de servicios, de tal forma de detonar un proceso de desarrollo sustentable a corto, mediano y largo plazo.

También debe conducir y propiciar acciones coordinadas entre los sectores públicos y privados, para el adecuado fomento a la capacidad emprendedora comunal, creando las medidas e instrumentos necesarios para reforzar la base empresarial local, y atraer nuevos inversionistas en las diversas ramas de la actividad económica.

El municipio debe iniciar en forma inmediata acciones destinadas a conformar, o reforzar un departamento de planificación, a través del cual se establezcan las líneas de trabajo, se identifiquen proyectos y se conforme una cartera de proyectos en distintas etapas de desarrollo, se designen las personas responsables, se determinen los presupuestos y sus fuentes de financiamiento, y se efectúen los seguimientos y evaluaciones correspondientes. Esta función puede ser asumida por una empresa consultora externa, que se reporte directamente ante el Alcalde y Concejo Municipal.

Por otro lado, los organismos públicos ministeriales, o dependientes de los mismos, deberán hacer esfuerzos para trabajar estrechamente coordinados con la autoridad local, de tal manera de dar respuesta a las estrategias de desarrollo y a los programas de desarrollo establecidos por el municipio.

Como resultado de los análisis desarrollados anteriormente se puede concluir que es tarea prioritaria crear un compromiso entre las organizaciones locales y regionales para enfrentar los múltiples aspectos que tienen relación con la implementación de un Plan de Gestión de Desarrollo de San Pedro de Atacama. Entre estos aspectos cabe señalar:

Situación de los recursos hídricos e infraestructura de riego	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad y calidad de las aguas ▪ Situación legislativa ▪ Administración de los recursos ▪ Proposición de mejoramiento y nuevas obras de riego
Uso del suelo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso actual del suelo ▪ Crecimiento de la población urbana, rural y turística ▪ Plan regulador
Situación agrícola	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificación de fortalezas y debilidades para una agricultura sustentable
Aspectos ambientales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenimiento de las condiciones de oasis ▪ Identificación y proposición de iniciativas para la evitar contaminaciones de todo tipo ▪ Desertificación
Tratamiento de aguas servidas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinación del uso de las aguas servidas ▪ Tratamiento de las aguas servidas y costos ▪ Identificación de áreas para ser regadas ▪ Creación de parques y áreas verdes
Forestación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Factibilidad de forestación de áreas amenazadas ▪ Identificación de especies apropiadas ▪ Análisis de experiencias en condiciones similares
Integración del turismo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificación y fortalecimiento de las actividades indirectas del turismo en el ámbito agrícola

a) Definición del Plan de Acción

- Objetivo General:

Proposición de las acciones para el desarrollo de políticas y prácticas en el manejo del territorio comunal por las distintas instituciones públicas y privadas para la mantención y sustentabilidad del riego en San Pedro de Atacama, lo cual garantizaría la condición de oasis del lugar.

- Objetivos Específicos:

1. Utilizar la planificación del ordenamiento territorial para asegurar la mantención de la zona de riego y del oasis de San Pedro de Atacama.
2. Crear las condiciones de mejores expectativas de desarrollo agrícola para que la juventud se interese en esta actividad y no emigre hacia otras ciudades. Este es uno de los mayores problemas a resolver y que requiere de una fuerte inyección de capitales, quizás mucho mayores de aquellos que la misma actividad agrícola pueda generar, por lo tanto, se requiere de fuertes subsidios para el cumplimiento de este objetivo específico.
3. Capacitar y proponer un grado de organización eficientes de los regantes para manejar adecuadamente los recursos hídricos disponibles y la infraestructura de riego existente, así como también, los mejoramientos que pudieran realizarse.

4. Organizar el uso del suelo productivo, de expansión urbana y de servicios en función de la sustentabilidad ambiental del oasis.
5. Resguardar las aguas superficiales y subterráneas en el entorno de San Pedro.
6. Procurar la inserción ordenada, funcional y ambientalmente protegida de los programas de desarrollo habitacional y turístico.
7. Promover un manejo sistemático de los residuos sólidos y líquidos generados por los habitantes de San Pedro de Atacama, ya que de acuerdo a investigaciones realizadas por la DOH se ha detectado contaminación en los canales de riego en los sectores en que éstos atraviesan la ciudad.
8. Incorporar a los recursos hídricos disponibles, las aguas servidas tratadas del poblado de San Pedro de Atacama.
9. Proposición y validación de alternativas rentables y técnicamente probadas para los agricultores del valle de San Pedro.
10. Aumentar mediante programas de información y capacitación a los agricultores existentes y a los nuevos que podrían incorporarse al sistema.

b) Implementación del plan de acción

Una vez definidos los objetivos será posible identificar las acciones para cumplir con los objetivos propuestos con el fin de determinar los plazos e instituciones responsables de su realización.

Las acciones propuestas se han organizado 4 programas en función de naturaleza de ellas. Estos programas son: ordenamiento agrícola, ordenamiento hídrico, ordenamiento territorial y ordenamiento institucional. A continuación se definen cada uno de ellos.

PROGRAMAS	DESCRIPCIÓN
Ordenamiento Agrícola	Conjunto de acciones que tienen como propósito el fomento de la actividad agrícola y forestal en el valle de San Pedro de Atacama, así como también, la superación de los obstáculos para su implementación y desarrollo.
Ordenamiento Hídrico	Conjunto de acciones que tienen como finalidad cumplir con las normas y prácticas derivadas del Código de Aguas, especialmente aquellas con las cuales se rigen las comunidades atacameñas.
Ordenamiento Territorial	Conjunto de acciones que permitan el desarrollo armonioso del valle de San Pedro y sus alrededores mediante el uso o actualizaciones de los instrumentos normativos que señala la legislación urbanística y ambiental.
Ordenamiento y coordinación institucional	Conjunto de acciones destinadas a mejorar la capacidad institucional para implementar el plan de desarrollo y para involucrar a la comunidad en sus fines y objetivos.

8. FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS DE LOS COMPONENTES DEL ESTUDIO

Finalmente, con el fin de establecer un cuadro general y uno particular para cada uno de las áreas componentes del estudio; se han considerado los cuatro elementos de diagnóstico señalados, aplicándose ellos para la Región y cada una de las comunas en que se plantea la ejecución de acciones en el marco del Programa.

8.1 En la Región de Antofagasta

- a) Fortalezas: la principal fortaleza que presenta la Región para justificar las acciones que conforman el conjunto de subcomponentes del Programa, es la distancia que la separa, hacia el norte y hacia el sur, de centros, más cercanos, de producción agrícola de competencia.
- b) Oportunidades: en este aspecto es importante considerar la decisión de las instituciones regionales de desarrollar el sector agropecuario y la localización del Programa en la Región, que históricamente, ha sido la de más alto ingreso *per capita* del país y de la menor tasa de desempleo¹, con una alta demanda de productos alimenticios, que proviene del incremento producido en otros sectores de la economía regional, principalmente minería y turismo, y el acelerado desarrollo urbano que genera una economía en crecimiento, lo que asegura un mercado estable y creciente para la reducida producción agropecuaria regional.
- c) Debilidades: respecto de este elemento, se destaca el hecho que el sector agrícola en la Región es de tamaño reducido y tiene escaso impacto en el conjunto de la economía y en el desarrollo regional, que dispone de escasa superficie de cultivo, la que se encuentra disgregada y dispersa por lo que no alcanza a configurar economías de escala. A su vez, esta misma dispersión geográfica dificulta o imposibilita establecer relaciones estratégicas entre los diferentes componentes del Proyecto. Por último, pero no por ello menos importante, los altos costos de producción reducen las ventajas competitivas de distancia. En otro orden de ideas las aguas de escurrimiento superficial y subsuperficial acusan la presencia de elementos químicos nocivos y peligrosos para la producción y la salud.
- d) Amenazas: algunas de las oportunidades que presenta la Región para establecer un Programa de Desarrollo Agrícola exitoso, se pueden transformar en amenazas, como es el caso de la situación económica de sus habitantes que pueden pagar precios altos por los productos de consumo de origen agrícola lo que favorece la permanente llegada de productos alimenticios de otros centros productores y la instalación en la región de cadenas de supermercados con facilidad de transporte de variados productos. Existe también una alta competencia por el uso del escaso recurso hídrico, donde otros sectores de la economía están en condiciones de pagar precios más altos por el uso y consumo del agua.

¹ De acuerdo con informaciones recientes, por razones coyunturales, esta situación ha cambiado.

8.2 En la Comuna de Antofagasta

- a) Fortalezas: la Comuna de Antofagasta, lugar donde se localiza un subcomponente del Programa, ofrece un clima moderado favorable para producciones agrícolas específicas, lo que a su vez se traduce en una baja estacionalidad, relativa, de ella.
- b) Oportunidades: los predios productivos que se considera crear en la nueva localización establecida, están ubicados a escasa distancia de los consumidores, prácticamente insertos en la zona urbana de una comuna muy poblada con alta demanda de productos hortícolas. Además hay suficiente disponibilidad de aguas servidas tratadas, que tienen en el uso agropecuario su primera opción.
- c) Debilidades: la presencia de suelos altamente salinos, cuya habilitación para la agricultura demanda elevados costos, la alta inversión en pago de la tierra por concesión onerosa, que hace difícilmente rentable la producción agrícola y la ineludible necesidad de efectuar regularmente "lavado de suelos" para lixiviar las sales, establecen limitantes serias que deben ser debidamente consideradas al establecer las opciones o alternativas de inversión.
- d) Amenazas: el establecimiento de grandes supermercados, principalmente en la ciudad de Antofagasta, con abastecimiento de productos frescos, desde fuera de la comuna, provincia e incluso región constituye una seria amenaza para la producción agrícola local, la que debe superar una oferta abundante, y de relativa mejor calidad. El incuestionable desarrollo urbano de la ciudad puede encapsular y luego invadir el área del proyecto, lo que, en el mejor de los casos, establece oportunidades de un uso más elevado del suelo (urbano versus agrícola). También se repite la importante amenaza presente en la Región, cual es que la alta competencia por el uso del escaso recurso hídrico, opera en contra del sector agropecuario.

8.3 En la Comuna de Calama

- a) Fortalezas: existe una "cultura" agrícola entre los productores que facilita la incorporación de tecnologías.
- b) Oportunidades: la producción agrícola, parte de la cual no presenta problemas serios de estacionalidad, tiene un poder demandante permanente en el sector poblacional.
- c) Debilidades: el pequeño tamaño de las unidades productivas limita la posibilidad de efectuar inversiones importantes en los predios, lo que sumado a la presencia de considerables niveles de sales y boro en el suelo, limita las posibilidades de ampliar el espectro de opciones de cultivo hacia otros más rentables y de mayor demanda. El empleo, en la actualidad, de aguas servidas sin tratar impide el cultivo de rubros de mayor precio de venta.
- d) Amenazas: los principales vegetales de consumo humano y mayor de precio a la venta se producen, por razones sanitarias, en localidades fuera del área del componente.

8.4 En la Comuna de San Pedro de Atacama

- a) Fortalezas: aunque existe una “cultura” agrícola consolidada, la agricultura tiene características de forma de vida más que actividad económica.
- b) Oportunidades: el desarrollo del turismo favorece el incremento de los ingresos provenientes del sector agropecuario, y en adición a ello, la presencia frecuente de grupos de turistas, importantes en número, beneficia el desarrollo de otras actividades productivas en el seno de la familia agrícola. No existe competencia por el uso del agua con otros sectores de la economía, ya que ella es propiedad de los regantes y no puede destinarse a otro uso más que el agropecuario.
- c) Debilidades: el agua de riego es escasa, altamente salobre y contaminada con coliformes y los sistemas de distribución inadecuados o destruidos. Se presentan grandes oscilaciones térmicas diarias, lo que limita la posibilidad de incorporar nuevos y más rentables cultivos en el área. Presenta una alta radiación solar y evotranspiración, lo que refuerza la aseveración anterior. Los propietarios agrícolas son de avanzada edad y la juventud, en general ha emigrado a otros lugares de la Región o del país, lo que dificulta establecer generaciones de reemplazo con mentalidad más modernas y dispuestas a enfrentar el desafío de los cambios. No hay infraestructura ni sistemas establecidos para facilitar la comercialización.
- d) Amenazas: el crecimiento de la demanda de productos, originada por un sector turístico en pleno desarrollo, puede favorecer la instalación de mercados locales que adquieran dichos productos fuera del área del proyecto y de la región.

8.5 En la Comuna de Sierra Gorda (Baquedano)

- a) Fortalezas: el clima moderado favorable para producciones agrícolas específicas.
- b) Oportunidades: alta participación de la población afectada por el desarrollo de actividades de bien comunitario.
- c) Debilidades: es un proyecto de reducido tamaño y escaso impacto productivo, que requeriría de cierta infraestructura protectora para producir bajo plástico en el caso eventual que se superara la limitante de su tamaño y la escasa oferta de aguas servidas tratadas.
- d) Amenazas: por las características del proyecto, especialmente su tamaño y objetivos, no enfrenta e amenazas de importancia

8.6 Líneas de Acción Estratégica

Considerando lo antes señalado se puede concluir que la principal línea de acción estratégica de desarrollo de la Región de Antofagasta, básica y precursora de toda acción de desarrollo agropecuario, consiste en adoptar las medidas y ejercer las acciones necesarias para *"garantizar la existencia del recurso hídrico en sus fuentes y orígenes mediante un plan estricto de protección de cuencas"*.

Por otra parte, teniendo presente que el crecimiento económico de la Región pasa más bien por el nivel de progreso que alcance la minería, el turismo, los servicios (especialmente los portuarios), todo lo cual incide de, manera importante en el desarrollo urbano, y que considerando las características que presenta el sector agropecuario y silvícola, en la Región, su relativamente bajo impacto en la economía regional, su dispersión geográfica, su fragmentación y su tamaño, las acciones estratégicas de desarrollo de este sector económico deben estar dirigidas a *"acompañar el desarrollo de otros sectores de la economía, especialmente la minería, el desarrollo urbano y el turismo"*, y, en un aspecto social, cultural e histórico, a *"ayudar a conservar las costumbres de las culturas atacameñas y aymaras y a mejorar su calidad de vida"*.

Luego cada componente tiene su propia dinámica de desarrollo que toca, más bien, tareas, acciones y actividades puntuales, enmarcadas en tres grandes líneas de trabajo: (a) asistencia técnica; (b) capacitación y (c) apoyo a la organización de productores, todo lo cual de debe ser respaldado por líneas de crédito focalizado hacia los proyectos y programas prioritarios que sustenten el desarrollo de cada una de las tres áreas que constituyen los subcomponentes, vinculados al sector productivo agropecuario, del Programa.