



GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL RIEGO Y DRENAJE EN CHILE Y SU PROYECCIÓN

INFORME FINAL

DIAGNÓSTICO DEL RIEGO Y DRENAJE EN LA II REGIÓN

FEBRERO - 2003

**AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA.
AC INGENIEROS CONSULTORES LTDA.**

RICARDO MATTE PÉREZ 0535 - PROVIDENCIA - SANTIAGO
TELÉFONO 2097179 - FAX 2097103 - e-mail: gcabrera@entelchile.net

ÍNDICE

DIAGNÓSTICO DEL RIEGO Y DRENAJE EN LA II REGIÓN

	Pág.
1. Introducción y Objetivos	II.1
2. Antecedentes Generales y Recursos Básicos	II.1
2.1 Ubicación y Superficie.....	II.1
2.2 División Político Administrativa	II.3
2.3 Clima	II.3
2.4 Suelos	II.12
2.4.1 Geología y Geomorfología.....	II.12
2.4.2 Estudios de Suelos	II.12
2.5 Recursos Hídricos.....	II.17
2.5.1 Caracterización General	II.17
2.5.2 Aguas Superficiales	II.17
2.5.3 Aguas Subterráneas	II.24
2.5.4 Aguas Servidas Tratadas.....	II.24
2.6 Calidad de Aguas.....	II.31
2.6.1 Calidad de Aguas Superficiales	II.31
2.6.2 Calidad de Aguas Subterráneas.....	II.33
3. Riego y Drenaje	II.34
3.1 Sectores de Riego.....	II.34
3.2 Eficiencias de Riego por Cuenca	II.34
3.3 Sectores de Drenaje	II.35
3.4 Infraestructura de Riego.....	II.35
3.5 Organizaciones de Usuarios	II.36
3.6 Proyectos de Riego y Drenaje.....	II.37
4. Diagnóstico de Situación Actual.....	II.37
4.1 Uso Actual del Suelo.....	II.37
4.1.1 Introducción	II.37
4.1.2 Estructura de Uso del Suelo en la Agricultura	II.38
4.1.3 Sup. Regada en el año Agrícola 96/97 por Sistema de Riego.....	II.39
4.1.4 Superficie Sembrada de Cultivos Anuales.....	II.39
4.1.5 Superficie de Hortalizas y Flores	II.39
4.1.6 Frutales.....	II.40
4.1.7 Plantaciones Forestales.....	II.40
4.1.8 Existencia de Ganado.....	II.40
4.2 Mercados, Comercialización y Precios	II.40
4.2.1 Introducción	II.40
4.2.2 Trigo.....	II.41
4.2.3 Papa	II.42
4.2.4 Maíz Choclero.....	II.43
4.2.5 Zanahoria.....	II.43
4.2.6 Comercio Exterior Regional Silvoagropecuario	II.44
4.3 Aplicación de la Ley 18.450	II.45

ÍNDICE

DIAGNÓSTICO DEL RIEGO Y DRENAJE EN LA II REGIÓN

	Pág.
4.4 Aspectos Ambientales.....	II.46
4.5 Cartera de Proyectos de Riego y Drenaje, Segunda Región	II.47
4.5.1 Introducción	II.47
4.5.2 Embalse Coyil.....	II.48
4.5.3 Mejoramiento de Canales Ayillos de San Pedro de Atacama.....	II.49
4.5.4 Mejoramiento Infraestructura del Río Loa.....	II.50
4.5.5 Mejoramiento Sistemas de Riego de Ayquina, Turi, Caspana y Toconce	II.51
4.5.6 Estudio del Diagnóstico de Obras de Riego en Pueblos del Salar de Atacama	II.52
4.5.7 Resumen de la Cartera de Proyectos Propuestos.....	II.52
4.6 Conclusiones del Diagnóstico	II.55
4.6.1 Superficies de Riego en la Región.....	II.55
4.6.2 Problemas que Afectan la Actividad Agropecuaria Regional	II.57
4.6.3 Estrategias de Acción Indicativas	II.59
4.6.4 Posibilidades de Desarrollo del Riego y Nuevas Obras	II.59
5. Lineamientos para una Estrategia de Desarrollo del Sector Agropecuario .	II.62

ANEXOS

Anexo 1	Antecedentes Fluviométricos
Anexo 2	Diagnóstico de la Reutilización de Aguas Residuales Tratadas para Riego
Anexo 3	Antecedentes de Uso Actual del Suelo
Anexo 4	Antecedentes de Mercados, Comercialización y Precios
Anexo 5	Antecedentes Bibliográficos

DIAGNÓSTICO DEL RIEGO Y DRENAJE EN LA II REGIÓN

1. Introducción y Objetivos

El presente informe corresponde al diagnóstico del riego y drenaje en la II Región, el cual ha sido elaborado como parte del estudio "Diagnóstico Actual del Riego y Drenaje en Chile y su Proyección".

Este diagnóstico ha sido desarrollado sobre la base de la experiencia del Consultor, los antecedentes obtenidos en una reunión de trabajo con la Comisión Regional de Riego en marzo del 2001 y la información contenida en informes desarrollados para el área de interés señalados en la bibliografía del presente estudio.

Los objetivos del diagnóstico han sido, entre otros; presentar una síntesis del estado actual de la actividad agrícola, señalar los problemas y causas que afectan u obstaculizan el desarrollo de la misma y actualizar la información de áreas regadas y regables en la región.

2. Antecedentes Generales y Recursos Básicos

2.1 Ubicación y Superficie

La II Región de Antofagasta, tiene una superficie de 126.444 Km², se ubica aproximadamente entre los 21°00' y los 26°00' de latitud sur y entre los 69°30' y 73°15' de longitud oeste y se caracteriza por poseer la cuenca con el río más largo del país, el río Loa, con 450 Km de longitud y una hoya de más de 33.000 Km².

En la Figura 2.1-1 adjunta se presenta un mapa esquemático con la ubicación de los principales centros urbanos y la división comunal de la región.

FIGURA 2.1-1
PRINCIPALES CENTROS URBANOS DE LA II REGIÓN



2.2 División Político Administrativa

La II Región de Antofagasta, cuya capital es la ciudad de Antofagasta, está constituida por las provincias y comunas que a continuación se indica, y que también se observan en la Figura 2.1-1.

PROVINCIA	CAPITAL PROVINCIAL	COMUNA	CAPITAL COMUNAL
Tocopilla	Tocopilla		
		Tocopilla	Tocopilla
		María Elena	María Elena
El Loa	Calama		
		Calama	Calama
		Ollagüe	Ollagüe
		San Pedro de Atacama	San Pedro de Atacama
Antofagasta	Antofagasta		
		Antofagasta	Antofagasta
		Mejillones	Mejillones
		Sierra Gorda	Baquedano
		Taltal	Taltal

2.3 Clima

Dado que en la mayor parte de la región no se registran precipitaciones, ésta se caracteriza por ser eminentemente arreaica, es decir, sin escurrimiento superficial, salvo el río Loa, que se origina en las lluvias y nieves caídas en la Cordillera Andina, y algunos cauces menores como los ríos Vilama, San Pedro, Salado y San Salvador.

El clima de la región está definido básicamente por la falta de precipitaciones. Los registros meteorológicos revelan que en el centro del territorio regional, es decir, en el Desierto de Atacama, no llueve jamás; esta área constituye no sólo el sector más árido a nivel nacional, sino que también es el área más seca del planeta.

Sin embargo, en el sector litoral se originan unas densas neblinas, también llamadas camanchacas, que proporcionan el agua suficiente como para permitir la vida de una variada vegetación.

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

A partir de la información contenida en el Atlas Agroclimático del INIA se define un total de 8 distritos agroclimáticos, cuyas principales características son las que a continuación se indica y que se representan en la figura adjunta, al final de la caracterización de los distritos. Cabe señalar que se han mantenido las denominaciones asignadas en el Atlas Agroclimático, aun cuando algunos distritos, por su alcance extrarregional presentan nombres correspondientes a ciudades de regiones vecinas.

- CLIMA TIERRA FRÍA

Se encuentra en el norte de Chile, desde la latitud 17°30'S hasta los 19°40', en la frontera con Perú y Bolivia, y desde la latitud 22°50'S hasta los 24°10', en la frontera con Bolivia y Argentina.

Las características principales de este clima son las siguientes:

Regímenes térmicos semitropicales, bajos medios, altos, andinos, subandinos, tundra andina, andino subglacial desértico. Son climas en que se producen heladas aunque los inviernos pueden ser tan suaves como para permitir citrus en el mejor de los casos o trigo en el peor de ellos. Los veranos pueden variar de suficientemente cálidos como para algodón a tan fríos como para que las temperaturas máximas medias sean inferiores de cero grado. Los regímenes hídricos pueden ser húmedos, todos los meses húmedos o con algunos meses no húmedos, o bien monzónicos en que la relación lluvia/ETP es mayor en verano que en invierno o primavera.

Los cultivos muy sensibles a las heladas no son factibles.

Dentro de este tipo climático, se observan en la II Región, algunos derivados, como el denominado **Clima Alto Andino**, sus características son.

Se extiende desde el límite con el Perú y a lo largo de la frontera con Bolivia, hasta un poco al norte del paralelo 20. Además, lo encontramos entre los paralelos 23 y 25, limitando al norte con Bolivia y extendiéndose a lo largo de la frontera con Argentina. Las características climáticas son: invierno, las temperaturas mínimas absolutas medias del mes más frío varían de -29°C a 10°C, en algunos lugares menos protegidos, y en otros más abrigados, de -10°C a 2,5°C, siendo las máximas medias del mes más frío superiores a 5°C y, en algunos sectores más protegidos, superiores a 10°C. En verano, la duración de la estación libre de heladas promedio (temperaturas mínimas medias absolutas sobre 0°C) es menor a 1 mes; el promedio diario de las máximas medias de los cuatro meses más cálidos es superior a 10°C. El régimen hídrico es desierto monzónico, es decir, el verano es menos seco que el invierno (lluvias en verano por el "invierno boliviano"). Las lluvias anuales son de alrededor de 350 mm.

Otro derivado de este tipo climático presente en la II Región es el denominado **Agroclima San Pedro (Agroclima 2-1)**, sus características son.

Lo encontramos desde la frontera con Bolivia extendiéndose a lo largo de la frontera con Argentina, entre los paralelos 23 y 25. Presenta las mismas características descritas para el Clima Alto Andino. Ocupa una superficie aproximada de 935.000 ha, que equivalen al 1,3 por ciento del total de país.

Con riego, se cultiva una pequeña superficie de cierta variedad de papa amarga (*Solanum acaule*) y de cañihua (*Chenopodium cañihua*) (Papadakis, 1966). La actividad principal es la ganadería: crianza de ovejas, alpacas y llamas.

- CLIMA DESÉRTICO

En este clima lo determinante es el régimen hídrico, todos los meses con temperaturas máximas medias diarias superiores a 15°C son secos, índice humedad mensual inferior a 0,5, y el índice de humedad anual menor de 0,22 (Papadakis, 1966). Además se caracterizan por lluvias que no tienen lugar todos los años, pudiendo ocurrir en cualquier momento (Di Castri y Hajek, 1976).

El régimen térmico puede ser tropical caliente subtropical caliente, marino tropical, marino subtropical, de altura, continental, pampeano o patagónico.

Los cultivos no son posibles sin riego. Sin embargo, aunque ciertos sectores son pastoreables en invierno, con riego su aptitud es muy amplia para cultivos, hortalizas, frutales, etc.

En Chile se extiende desde el paralelo 17 a 30, ocupa una superficie de 25,6 millones de ha y sus subdivisiones se detallan a continuación.

El **Clima Desierto Tropical Marino** se extiende en la costa norte desde la frontera con Perú hasta las cercanías de Taltal. No hiela nunca, el promedio de las temperaturas mínimas absolutas del mes más frío es superior a 7°C. La temperatura máxima media del mes más cálido es inferior a 33,5°C. El promedio de las máximas medias de los seis meses más cálidos es mayor de 25°C, siendo la mínima diaria del mes más cálido superior a 20°C. El régimen hídrico es desierto absoluto, todo el año es seco, abarca una superficie de 700.000 ha.

El **Agroclima Iquique (Agroclima 2-2)** se encuentra en la costa norte (litoral), como una estrecha franja que se extiende entre los 18°30'S hasta las proximidades de Taltal (25°30'S). Ocupa una superficie aproximada de 609.000 ha, que equivalen al 0,8 por ciento del total.

El régimen térmico se caracteriza por una temperatura media anual de 17,6°C, con una máxima media del mes más cálido (febrero) de 24,4°C y una mínima media

de los meses más fríos (julio y agosto) de 12,6°C. El período libre de heladas es de 12 meses. La suma de temperaturas anuales, base 5°C, es de 4.600 grados-días; con base 10°C, es de 2.800 grados-días. Dado que las mínimas medias se mantienen sobre 10°C, no existen limitaciones para el crecimiento de las plantas por bajas temperaturas.

Las lluvias alcanzan a 2,4 mm, que se distribuyen entre los meses de junio y septiembre. La humedad relativa media anual es de 74 por ciento. La estación seca es de 12 meses.

Al considerar las características hídricas de este sector, no es posible cultivar sin riego. Su aptitud frutícola, la hace apta para la producción de cítricos, paltos, chirimoyos y otros, pero no es apta para frutales con requerimientos de frío (manzanos, perales, etc.). Es también una zona agroclimática muy importante para la producción de hortalizas muy tempranas o muy tardías, tales como choclos, tomates, porotos verdes, cebollas, ajos, cucurbitáceas, habas, arvejas, zanahorias, lechugas y otras. Al igual que la zona anterior, es apta para todos los cultivos tradicionales.

- CLIMA DESIERTO SUBTROPICAL MARINO

Se extiende hacia el interior del precedente, en los valles bajos, desde la frontera con Perú hasta el norte de Coquimbo, y en la costa desde un poco al sur de Antofagasta hasta un poco al sur de La Serena. Se diferencia del anterior por el hecho que a veces hay heladas pero muy ligeras. En invierno, el promedio de las temperaturas mínimas absolutas del mes más frío se encuentra entre -2,5°C y 7°C, invierno citrus. El promedio de las máximas diarias del mes más frío está entre 10 y 21°C. En verano, el promedio de las máximas diarias del mes más frío está entre 10 y 21°C. En verano, el promedio de las máximas medias de los seis meses más cálidos es superior a 21°C. El régimen hídrico es desierto absoluto, todo el año es seco.

El Agroclima Caldera (Agroclima 2-8) se encuentra entre los paralelos 24 (sur de Antofagasta) y 30 (sur de La Serena). Ocupa una superficie aproximada de 1.907.000 ha, que equivalen al 2,7 por ciento del total.

El régimen térmico se caracteriza por una temperatura media anual de 16,5°C, con una máxima media del mes más cálido (febrero) de 23,9°C y una mínima media del mes más frío (julio) de 9,9°C. El período libre de heladas es de 12 meses, aun cuando puede haber heladas excepcionales. La suma de temperaturas anuales, base 5°C, es de 4.180 grados-días; con base 10°C, es de 2.350 grados-días. Existe sólo un mes (julio), en que la temperatura es inferior a 10°C; el resto de los meses no presenta limitaciones para crecimiento de las plantas.

Las lluvias alcanzan a 26,9 mm, distribuidas principalmente entre los meses de mayo a agosto. Como la estación seca es de 12 meses, no es posible cultivar sin

riego. Con riego y en razón a que la costa (litoral) tiene un clima nuboso, las heladas casi no se producen y el verano es más fresco. Esta zona agroclimática presenta buena aptitud para la producción de hortalizas muy tempranas y muy tardías, tales como tomate, ají, pimentón, cucurbitáceas en general, porotos verdes y otras. También, es apta para frutales subtropicales, como papayo, chirimoyos, lúcumos, cítricos, etc., pero no apto para frutales con requerimientos de frío. Es apta, además, para los cultivos tradicionales extensivos.

El Agroclima Copiapó (Agroclima 2-3) se encuentra a cierta distancia de la costa, en los valles interiores, desde la frontera con Perú hasta el paralelo 30°S, al nor-oeste de la ciudad de Vicuña. Ocupa una superficie aproximada de 7.796.000 ha, que equivalen al 10,9 por ciento del total.

El régimen térmico se caracteriza por una temperatura media anual de 18°C, con una máxima media del mes más cálido (febrero) de 30,1°C y una mínima media del mes más frío (julio) de 6,5°C.

La suma de temperaturas anuales, base 5°C, es de 4.700 grados-días; con base 10°C es de 2.900 grados-días. Dado que entre los meses de mayo a septiembre, las temperaturas mínimas medias se encuentran bajo los 10°C, el período de crecimiento de las plantas de verano es de 7 meses.

Las lluvias alcanzan a 22 mm anuales, distribuidas principalmente entre los meses de abril y octubre. La estación seca es de 12 meses.

Considerando las características hídricas de esta zona agroclimática, no es posible cultivar sin riego. Bajo riego, esta zona es muy favorable para la producción de frutas y vides, en razón a que las temperaturas máximas son mucho más altas y la amplitud diurna mucho más grande, con lo cual se favorece la maduración de los cultivos y se reduce el peligro de muchas enfermedades. Existen lugares en que las heladas son tan excepcionales que puede cultivarse en pleno invierno, con poco peligro, tomates, zapallitos, pimientos o maíz. También es apta para el cultivo de cereales de invierno, leguminosas de grano, papas, alfalfa, ballicas, tréboles, etc.

- **CLIMA DESIERTO DE ALTURA**

Se extiende al oriente del precedente ocupando las partes desérticas del altiplano, desde la frontera con Perú hasta el norte de Coquimbo. El invierno, que puede variar de tibio a tropical, presenta heladas más intensas que en el clima anterior.

El Agroclima Refresco (Agroclima 2-4) se encuentra al oriente del Clima Desértico Subtropical Marino, desde la frontera con Perú hasta un poco al norte de la ciudad de Vicuña (paralelo 30°). Ocupa una superficie aproximada de 4.648.000 ha, que equivalen al 6,5 por ciento del total.

El régimen térmico se caracteriza por una temperatura media anual de 17,7°C, con una máxima media del mes más cálido (enero) de 28,4°C y una mínima media del mes más frío (junio) de 5,5°C.

La suma de temperaturas anuales, base 5°C, es de 4.620 grados-días; con base 10°C, es de 2.800 grados-días. Dado que las temperaturas mínimas medias fluctúan entre 5,5 y 12°C, existen limitaciones para el crecimiento de las plantas de verano entre abril y septiembre.

Las lluvias alcanzan a 12,0 mm, distribuidas principalmente entre los meses de mayo y julio. La estación seca es de 12 meses. Con riego, es apta para arroz, maíz, papa, trigo, cebada, avena, alfalfa, ballica, tréboles, berenjena, tomates, cucurbitáceas, ají, pimentón, porotos, coliflor, etc. Además, es apto para frutales, tales como cítricos, vides, etc., pero no lo es para frutales con requerimientos de frío.

El Agroclima Potrerillos (Agroclima 2-5) se extiende entre el límite con Perú y la latitud 30°S (al norte de la ciudad de Vicuña). Ocupa una superficie aproximada de 4.406.000 ha, que equivalen al 6,1 por ciento del total del país.

El régimen térmico se caracteriza por una temperatura media anual de 11,9°C, con una máxima media de los meses más cálidos (enero y febrero) de 18,4°C y una mínima media el mes más frío (junio) de 4,9°C.

La suma de temperaturas anuales base 5°C, es de 2.503 grados-días; con base 10°C, es de 744 grados-días. En invierno, el promedio de temperaturas más bajas del mes más frío, se sitúa entre -10°C y -2,5°C, siendo la máxima media del mes más frío superior a 10°C. En verano, el promedio de las máximas medias de los 4 meses más cálidos es superior a 17°C. La duración de la estación sin heladas disponible (temperaturas mínimas absolutas medias superiores a 2,0°C) es de 2,5 a 4,5 meses.

La lluvia anual alcanza a 44 mm, distribuida principalmente entre los meses de mayo y agosto.

La aptitud agrícola de esta zona es principalmente para producción de avena, trigo, cebada, alfalfa y papas.

El Agroclima Putre (Agroclima 2-6) se encuentra desde la frontera con Perú, un sector de la frontera con Bolivia y la frontera con Argentina hasta un poco al norte del paralelo 29. Ocupa una superficie aproximada de 5.983.000 ha, que equivalen al 8,3 por ciento del total.

En invierno, el promedio más bajo del mes más frío es superior a -2,9°C, en tanto que la máxima media diaria del mes más frío varía de 0 a 5°C. En verano, la máxima media de los 4 meses más cálidos es superior a 10°C. La duración de la estación sin heladas promedio (temperaturas mínimas promedio superiores a 0°C) es

inferior a 1 mes. La lluvia alcanza a 256,6 mm, de los cuales 196,3 mm caen entre los meses de enero y febrero.

En los límites con la zona precedente (Potrerillos) se puede cultivar cebada, papa, quinoa y cañihua.

- CLIMA DESIERTO PAMPEANO

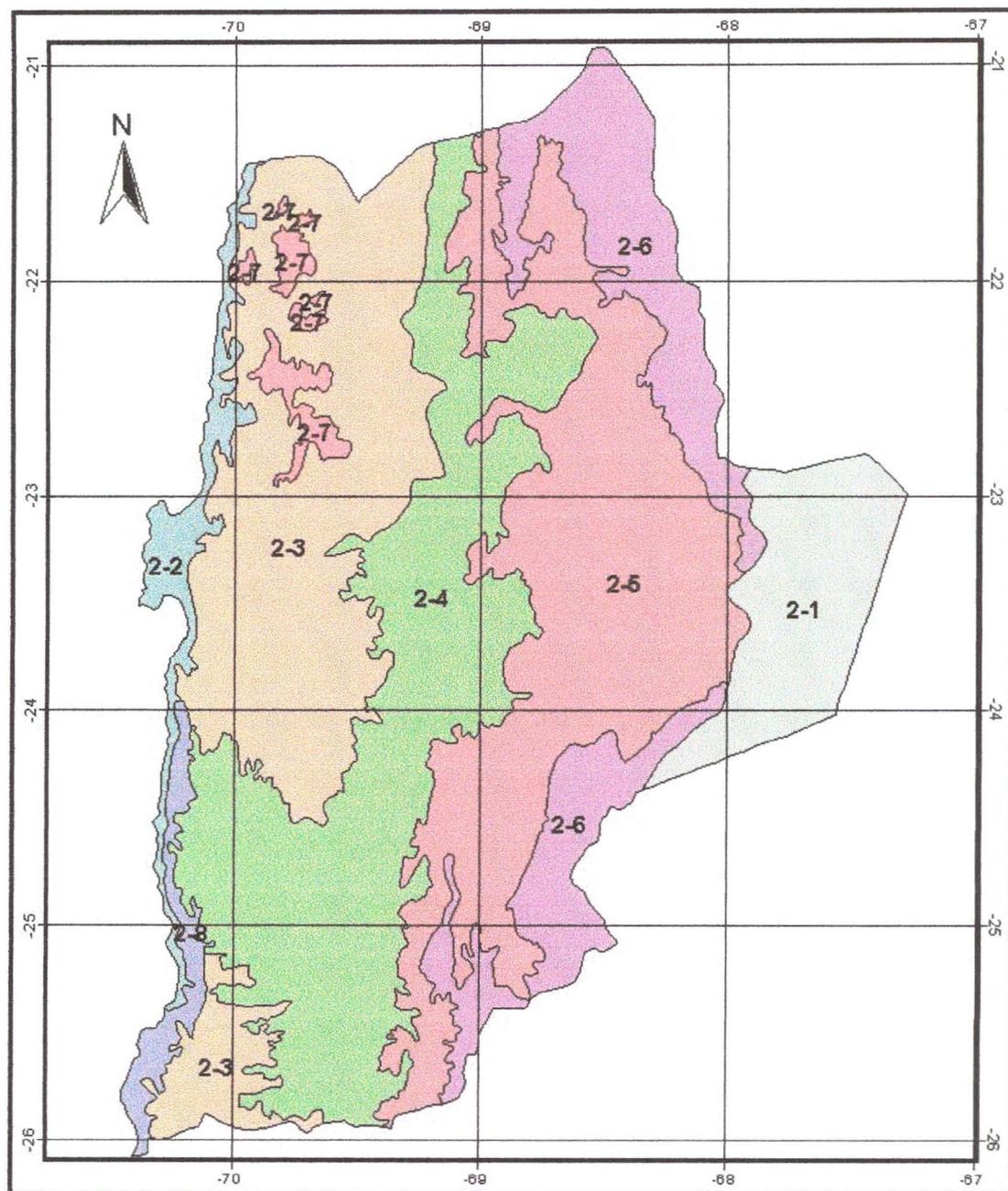
Esta unidad se encuentra inserta en la zona agroclimática definida como Copiapó. Su régimen hídrico es desértico. Se extiende entre las latitudes 10 y 23°S.

Como un derivado se tiene el **Agroclima Cerro Colupo (Agroclima 2-7)**, que se caracteriza por presentar un invierno con temperaturas mínimas absolutas medias del mes más frío entre -10°C y $-2,5^{\circ}\text{C}$, siendo la mínima media diaria del mes más frío superior a $-4,0^{\circ}\text{C}$ y la máxima media del mes más frío, superior a 10°C . En verano, la duración de la estación libre de heladas disponible (temperaturas mínimas medias absolutas superiores a $2,0^{\circ}\text{C}$) es mayor de 4,5 meses. El promedio de las máximas medias de los 6 meses más cálidos es superior a $21,0^{\circ}\text{C}$. El régimen hídrico es desierto absoluto. Ocupa una superficie aproximada de 191.000 ha, que equivalen al 0,3 por ciento del total.

Con riego, podrían cultivarse ciertos frutales, como manzanos y perales; cultivos como maíz, trigo, papas, alfalfa y, también, algunas hortalizas.

A continuación, en la Figura 2.3-1, generada a partir del SIG-CNR, se observa la representación gráfica de los distritos agroclimáticos presentes en la II Región.

FIGURA 2.3-1
 DISTRITOS AGROCLIMÁTICOS PRESENTES EN LA II REGIÓN



AGROCLIMA II REGION

Agroclima_iiir.shp



Aptitudes de los Distritos Agroclimáticos

La zonificación agroclimática regional, que contempla 8 distritos, se puede representar para efectos de describir sus aptitudes para el desarrollo de cultivos, en 4 sectores; sector costero, sector de los valles, sector precordillerano y sector cordillerano.

Las alternativas de cultivos se han representado a través de 11 cultivos índice (Trigo, Cebada, Arveja grano, Lenteja, Maíz grano, Papa, Tomate, Manzano, Duraznero, Naranja y Olivo) y la aptitud de los distritos agroclimáticos se ha codificado de acuerdo a lo siguiente:

- Código 1: El cultivo es apto para ser desarrollado sin limitaciones en las condiciones agroclimáticas del distrito.
- Código 2: El cultivo puede ser desarrollado con limitaciones moderadas.
- Código 3: El cultivo puede ser desarrollado con limitaciones severas.
- Código 4: El cultivo queda excluido. No se dan las condiciones para que sea desarrollado en el distrito.

En función de lo anterior, para la II Región, se tiene:

Distritos Costeros: Corresponden a los distritos 2-2 y 2-8, en condiciones de secano quedan excluidos prácticamente todos los cultivos. Sólo podrían desarrollarse, con limitaciones severas, trigo, cebada, arveja grano y lenteja. En condiciones de riego en cambio, estos sectores son aptos desde el punto de vista agroclimático, para el desarrollo sin limitaciones de todos los cultivos índice, salvo duraznero y manzano, para los cuales se tiene limitaciones moderadas a severas en el sector sur y se encuentran excluidos en el sector norte de la región.

Distritos de los valles centrales: Agrupa a los distritos; 2-3, 2-4 y 2-7. En condiciones de secano queda excluido el desarrollo de todos los cultivos. En condiciones de riego, queda excluido el desarrollo de cebada, arveja grano, lenteja, manzano, duraznero y olivo, mientras que podrían desarrollarse con limitaciones moderadas a severas, trigo, maíz, papa, tomate y naranja.

Distritos precordilleranos: En este caso corresponden sólo al distrito 2-5, que en condiciones de secano excluye el desarrollo de todo tipo de cultivos, mientras que en riego, permitiría el desarrollo con limitaciones moderadas a severas de trigo, cebada, arveja grano, papa y manzano, manteniendo excluidos al resto de los cultivos índice.

Distritos cordilleranos: corresponden a los distritos 2-1 y 2-6, que en condiciones de secano excluyen el desarrollo de todo tipo de cultivos, mientras que en riego, permitiría el desarrollo con limitaciones severas de trigo, cebada y papa, manteniendo excluidos al resto de los cultivos índice.

2.4 Suelos

2.4.1 Geología y Geomorfología

Las formaciones geológicas de la parte oriental de la cuenca del río Loa están dominadas por el volcanismo cuaternario con sus lavas andesíticas a basálticas; las mesetas que cortan el río loa en su curso superior y parte del medio están constituidas esencialmente por ignimbritas soldadas, cineritas y tobas de carácter riolítico. Más adelante, en su curso medio, aparecen rocas terciarias del Mioceno – Plioceno, correspondientes a sedimentos continentales lacustres, especialmente calizas y dolomitas. Al atravesar el macizo costero, el Loa corta en un profundo cañón, afloramientos del Paleozoico compuestos por rocas metamórficas como pizarras y cuarcitas y también calizas, lutitas y areniscas marinas fosilíferas.

2.4.2 Estudios de Suelos

La caracterización de los suelos de la II Región, se basa en información sobre capacidad de uso del suelo, aptitud de riego, aptitud frutal y la categoría de drenaje, proveniente de la información procesada para el SIG. Cabe mencionar que la información base que ha permitido establecer los parámetros que caracterizan a los suelos, corresponde a aquellos con interés agropecuario dentro del total regional¹. La distribución espacial de la información de suelos puede ser apreciada en el SIG que se desarrolló en el marco de este trabajo.

La caracterización de los suelos regionales más reciente es la incluida en el estudio “Diagnóstico y Propuesta de Fomento a la Agricultura Regada en la II Región”, CNR-GEOFUN-PROCIVIL, 2000. En dicho estudio se caracterizaron los suelos de las áreas de interés al trabajo, que corresponden a aquellas que se vislumbraban como favorables para el fomento del riego y la actividad agrícola.

Los sectores estudiados son los siguientes:

- Sector Antofagasta.
- Sector Baquedano.
- Sector Calama.
- Sector San Pedro de Atacama.

¹ Estudio de Racionalización del Área de Riego del Río Loa. H. Niemeyer F. DGA – MOP, 1979.
Diagnóstico y Propuesta de Fomento a la Agricultura Regada en la II Región. Geofun – Pro Civil. CNR, 2000.
Estudio de Alternativas de Manejo del Río San Pedro, II Región. Luis Arrau. DOH – MOP, 2000.

Sector Antofagasta

El área de interés en este sector se ubica al norte de la ciudad, en una estrecha franja entre el mar y la cordillera de la costa, que corresponde a una terraza marina geológicamente reciente y de naturaleza arenosa. No existen antecedentes de estudios de suelos previos en esta área.

De acuerdo al estudio de suelos, se determinó una fuerte influencia de material coluvial y de material eólico arenoso. Esta condición de terraza marina con influencia coluvial además de la posición topográfica, condicionan diferencias importantes en los suelos, en particular para su uso o rehabilitación con fines de uso agrícola.

Se distinguen tres sectores, el primero de ellos, Sector A, tiene una topografía de pendiente suave (2 a 3% E-O), a nivel superficial es de textura arenosa a franco arenosa gruesa y en profundidad se alternan capas de distinta granulometría, de arena a gravilla.

En función de sus características, el suelo en su condición actual puede ser utilizado por la mayoría de los cultivos agrícolas, exceptuando los sensibles al boro, como especies frutales caducas y perennes y dentro de los cultivos, el poroto verde y seco.

Los suelos del Sector B mantienen las características generales del anterior, aunque la pendiente es más suave (1 a 2%), a nivel superficial la textura es franco arenosa fina a arenosa y en profundidad se alternan capas de textura franco arenosa con arena gruesa y gravilla de distintos grados de compactación.

De acuerdo a sus características, el suelo en su estado actual presenta limitaciones para el desarrollo de la mayoría de los cultivos agrícolas.

En el Sector C, los suelos también mantienen las características superficiales anteriores, pero la textura va de franco arenoso fino a franco limoso. Hay indicios en superficie, que muestran exceso de sales. El perfil presenta cambios considerables, es fuertemente calcáreo, aunque bajo los 60 cm retoma las características de arena de distinta granulometría con compactación moderada.

Este sector no es apto para ser cultivado en las actuales condiciones.

Sector Baquedano

En esta pequeña área actualmente se riegan algunos cultivos agrícolas y ornamentales con aguas servidas tratadas efluentes de una pequeña planta de tratamiento que se ubica en el lugar. Esta situación genera un contraste evidente entre suelos naturales y suelos habilitados.

Los suelos habilitados, mediante el sistema de eras, son aptos para el desarrollo de especies arbóreas como pimienta, acacia cianófila, palmas y otras, que son tolerantes a las sales. También son aptos para especies más sensibles como eucalipto y ornamentales como laurel en flor y rosas. Dentro de los frutales de interés comercial se podría desarrollar la producción de higueras y olivos.

Los suelos naturales son de naturaleza franco arenosa fina a franco limosa, con polvillo y sectores de toscas duras (carbonato de sodio, sal o caliche) en superficie o a poca profundidad. Se observa una estrata superficial extremadamente salina y con muy altos niveles de boro y arsénico, lo que imposibilita cualquier desarrollo agrícola incluso con especies nativas tolerantes a las sales.

Sector Calama

El área de interés incluye las localidades de Lican Tatay, Verdes Campiñas, Cobija y Cerro Negro. Localidades de límites imprecisos y ubicadas en áreas suburbanas o con claro avance urbano.

Si los suelos son manejados adecuadamente, es decir, habilitación y lavados a través de riego por inundación, se podría reducir la salinidad al cabo de unos años. Sin embargo, se estimó que los niveles de boro persistirán.

Lo anterior es válido para las cuatro localidades pero en Cobija y Cerro Negro se presentan problemas de drenaje debido a la existencia de una tosca dura calcárea, que por su profundidad y espesor, 1,0 m y 0,3 m, respectivamente, es muy difícil y costosa de remover.

Sector San Pedro de Atacama

Son suelos de origen aluvial complejo. El perfil de los suelos da cuenta de una estratigrafía que proviene de depósitos diversos asociados a los sucesivos aluviones.

El drenaje general del suelo es bueno y el problema salino superficial es leve, aunque puede llegar a ser moderado en algunos sectores.

Parecen suelos aptos para probar la adaptabilidad de especies hortícolas importantes como tomate, pimentón y repollo, que teóricamente no debieran tener problemas y que en variedades y con manejo adecuados podrían llegar a ser rentables.

Del análisis de la información de suelos contenida en los estudios recopilados se han generado los cuadros siguientes, donde se presenta el resumen de los suelos estudiados en la región, clasificados por Capacidad de Uso, por Aptitud de Riego, por Categoría de Drenaje y por Aptitud Frutal.

CUADRO 2.4.2-1
CAPACIDAD DE USO
DE LOS SUELOS ESTUDIADOS EN LA II REGIÓN

Capacidad de Uso	Superficie (Há)
I	0
II	1.676
III	1.609
IV	470
V	0
VI	2.855
VII	32
VIII	7
TOTAL	6.649

Las cifras indican que de los suelos estudiados en la región, los predominantes corresponden a los de capacidades de uso VI, II y III, con participaciones de 43%, 25% y 24% del total, respectivamente.

CUADRO 2.4.2-2
APTITUD DE RIEGO
DE LOS SUELOS ESTUDIADOS EN LA II REGIÓN

Aptitud de Riego	Superficie (Há)
1	0
2	1.910
3	1.331
4	728
5	0
6	2.680
TOTAL	6.649

En cuanto a aptitud de riego, los suelos con aptitud 6, 2 y 3 son los mayoritarios, con superficies que representan el 40%, 29% y 20% del total estudiado.

CUADRO 2.4.2-3
CATEGORÍA DE DRENAJE
DE LOS SUELOS ESTUDIADOS EN LA II REGIÓN

Categoría de Drenaje	Superficie (Há)
1	466
2	363
3	1.352
4	173
5	3.480
6	815
TOTAL	6.649

Las categorías de drenaje de los suelos estudiados en la región tampoco se distribuyen de manera uniforme, de hecho, hay dos categorías predominantes, 5 y 3, que corresponden al 52% y 20% de la superficie total, respectivamente.

CUADRO 2.4.2-4
APTITUD FRUTAL
DE LOS SUELOS ESTUDIADOS EN LA II REGIÓN

Aptitud Frutal	Superficie (Há)
A	0
B	1.632
C	1.113
D	696
E	3.208
TOTAL	6.649

En lo que a aptitud frutal se refiere, el 48% de los suelos estudiados se clasifica en aptitud frutal E y el 11% en aptitud frutal D, es decir, casi el 60% de los suelos regionales estudiados, no presentan buena aptitud frutal.

Como conclusión, se puede establecer que los suelos con capacidades de uso I y II, es decir sin limitaciones para uso agrícola, son sólo el 25% de la zona con información. Si se agrega la clase III, se llega al 49%. Por otro lado los suelos de clase V a VIII representan un 44% de la zona estudiada.

Respecto de la aptitud de riego, un 29% de la superficie presenta buena adaptación para el riego (1 y 2), un 31% presenta mala adaptación (3 y 4) y un 40% de la superficie resulta no apta para el riego (6).

Por otro lado, de la superficie estudiada, un 55% presenta suelos adecuadamente drenados (4 y 5), 12% excesivamente drenados (6), 20% imperfectamente drenados (3). Los pobremente drenados (1 y 2) en la zona alcanzan a sólo un 13% de ésta.

Respecto de la aptitud frutal, un 41% de la superficie presenta buenas condiciones para el cultivo de frutales (A, B y C), mientras que el 59% tendría severas limitaciones o sería inadecuado para los frutales (D y E).

En síntesis en esta región los suelos aptos para riego sin restricciones son sólo el 25% de la superficie estudiada o con información. Con respecto al drenaje no habría problemas por cuanto la mayoría de la superficie no presentaría problemas de este tipo.

2.5 Recursos Hídricos

2.5.1 Caracterización General

La cuenca del río Loa es la más importante de la Región, tiene una superficie de 33.570 Km². El río Loa nace en la falda norte del Volcán Miño, en los ojos del Miño, casi en el límite entre las regiones I y II. Su longitud total es de casi 440 Km.

A pesar de tener una extensa hoya, sus recursos provienen de la cuenca alta, que cubre alrededor del 20% de la superficie total.

Desde su nacimiento, recorre en dirección norte-sur, cerca de 150 Km hasta llegar al oasis de Chichiu, que se desarrolla en su ribera izquierda. En este trayecto recibe sus 2 tributarios más importantes; el río San Pedro (o Inacaliri) y el río Salado.

Desde Chiuchiu cambia de dirección, hacia el oeste, y después de 115 Km de recorrido recibe los aportes del río San Salvador, en Chacance. Allí toma dirección norte, y luego de 80 Km da origen al oasis de Quillagua. Posteriormente describe un arco hacia el oeste y desemboca al Pacífico en la Caleta Huelén. El caudal en desembocadura, como valor promedio anual, no alcanza los 400 l/s.

Los tributarios más importantes son los ríos San Pedro, Salado y San Salvador.

El río San Pedro, que tiene una hoya de poco más de 1.000 Km² confluye al río Loa cerca de 80 Km aguas arriba de Calama.

El río Salado por su parte, que es el afluente más importante del río Loa, tiene una hoya de 2.200 Km², nace en los Géiseres del Tatio y confluye al Loa 3 Km aguas abajo de Chiuchiu.

El río San Salvador tiene un desarrollo de alrededor de 25 Km hasta confluir con el río Loa unos 10 Km aguas abajo de Calama.

El régimen del Loa y sus tributarios es pluvial y sus crecidas se deben a las intensas lluvias de verano caídas en la alta cordillera. Dichas lluvias se producen entre la segunda quincena de noviembre y la primera de marzo, aunque es un fenómeno irregular de un año a otro.

2.5.2 Aguas Superficiales

El análisis de la disponibilidad de aguas superficiales en los principales cauces de la región se ha basado en el análisis de frecuencia de las series de caudales medios mensuales en las estaciones fluviométricas que fueron seleccionadas para tal efecto. En la Figura 2.5.2-1, generada con el SIG-CNR, y cuadro adjunto se

señalan las subcuencas de la región, los cauces principales y ubicación de las estaciones fluviométricas. En el cuadro se identifican los códigos mostrados en la figura mencionada.

En primer lugar se recopilaron las estadísticas de caudales medios mensuales extendidas, rellenas y corregidas en estudios anteriores, para las estaciones seleccionadas de la II Región, considerando como período de análisis desde 1950/51 hasta donde se tuviese registro, procediendo posteriormente a actualizarlas con los últimos datos recopilados en la Dirección General de Aguas.

Para efectos de calcular los caudales asociados a las diferentes probabilidades de excedencia, se escogió en cada estación, la distribución que resultó más frecuente, que mayoritariamente fue la Log-Normal. Los resultados obtenidos se presentan resumidos en el Cuadro 2.5.2-1 y detallados en Anexos.

Finalmente, en el Cuadro 2.5.2-2, se presentan los principales antecedentes de las estaciones fluviométricas seleccionadas, incluidos los caudales de invierno, verano y anual, para probabilidades de excedencia del 50% y 85%.

FIGURA 2.5.2-1 (Continuación)

CODIGO CUENCA	NOMBRE DE LA CUENCA	CODIGO SUBCUENCA	NOMBRE DE LA SUBCUENCA
010	Cuencas Altiplánicas	0108	Salar de Michincha
020	Cuencas Fronterizas Salar Minincha - Río Loa	0200	Salar De Ollaque
020	Cuencas Fronterizas Salar Minincha - Río Loa	0201	Salar De Carcote
020	Cuencas Fronterizas Salar Minincha - Río Loa	0202	Salar De Ascotan
021	Cuenca del Río Loa	0210	Río Loa Alto (bajo junta Río Salado)
021	Cuenca del Río Loa	0211	Río Loa Medio (entre Río Salado y Q De Barrera)
021	Cuenca del Río Loa	0212	Río Loa Bajo (entre Quebrada Amarga y Desemb.)
022	Cuencas Costeras Río Loa - Quebrada Caracoles	0220	Costeras entre Río Loa y Quebrada Iguine (incl.)
022	Cuencas Costeras Río Loa - Quebrada Caracoles	0221	Costeras entre Q. Iguine y Q. Tocopilla (incl.)
022	Cuencas Costeras Río Loa - Quebrada Caracoles	0222	Costeras entre Q. Tocopilla y Q. Gatico (incl.)
022	Cuencas Costeras Río Loa - Quebrada Caracoles	0223	Costeras entre Q. Gatico y Q. Chacaya (excl.)
022	Cuencas Costeras Río Loa - Quebrada Caracoles	0224	Costeras entre Qs. Chacaya y Caracoles (incl.)
023	Cuencas fronterizas Salares Atacama - Socompa	0230	Cajón
023	Cuencas fronterizas Salares Atacama - Socompa	0231	Salar de Tara
023	Cuencas fronterizas Salares Atacama - Socompa	0232	Entre Laguna Gucchalajte y Pampa del Lari
023	Cuencas fronterizas Salares Atacama - Socompa	0233	Salar de Incaquasi
023	Cuencas fronterizas Salares Atacama - Socompa	0234	Salar de Pular
024	Ccas. endorreicas entre Ccas. Fronterizas y Salar de At.	0240	Laguna Parico Laguna Helada y Salar de Pujsa
024	Ccas. endorreicas entre Ccas. Fronterizas y Salar de At.	0241	Salar de Quisquiró
024	Ccas. endorreicas entre Ccas. Fronterizas y Salar de At.	0242	Salar de Aguas Calientes y Alto del Lari
024	Ccas. endorreicas entre Ccas. Fronterizas y Salar de At.	0243	Laguna Lejía
024	Ccas. endorreicas entre Ccas. Fronterizas y Salar de At.	0244	Lagunas Miscanti y Meniques
024	Ccas. endorreicas entre Ccas. Fronterizas y Salar de At.	0245	Laguna Tuyajto Chico y Salar de Laco
024	Ccas. endorreicas entre Ccas. Fronterizas y Salar de At.	0246	Laguna de Tuyajto
024	Ccas. endorreicas entre Ccas. Fronterizas y Salar de At.	0247	Salar de Talar y Purisunchi
024	Ccas. endorreicas entre Ccas. Fronterizas y Salar de At.	0248	Laguna del Cabo
025	Cuenca del Salar de Atacama	0250	Salar de Atacama
025	Cuenca del Salar de Atacama	0251	Río San Pedro
025	Cuenca del Salar de Atacama	0252	Llano De La Paciencia
026	Ccas. Endorreicas Salar de Atacama - Vertiente O. Pacifico	0260	Pampa Elvira
026	Ccas. Endorreicas Salar de Atacama - Vertiente O. Pacifico	0261	Pampa Jardín
026	Ccas. Endorreicas Salar de Atacama - Vertiente O. Pacifico	0262	Pampa Mariposa (N.Cerro Mariposa)
026	Ccas. Endorreicas Salar de Atacama - Vertiente O. Pacifico	0263	Pampa Mariposa (S.Cerro Mariposa)
026	Ccas. Endorreicas Salar de Atacama - Vertiente O. Pacifico	0264	Pampa Colorado
026	Ccas. Endorreicas Salar de Atacama - Vertiente O. Pacifico	0265	Salar Punta Negra
026	Ccas. Endorreicas Salar de Atacama - Vertiente O. Pacifico	0266	Pampa de Socompa
026	Ccas. Endorreicas Salar de Atacama - Vertiente O. Pacifico	0267	Salar de Aguas Calientes y Laguna de La Azufrera
026	Ccas. Endorreicas Salar de Atacama - Vertiente O. Pacifico	0268	Salar de Pajonales
027	Cuenca Quebrada Caracoles	0270	Quebrada Caracoles bajo junta Quebrada El Buitre
027	Cuenca Quebrada Caracoles	0271	Quebrada Caracoles entre Q El Buitre S del Carmen
027	Cuenca Quebrada Caracoles	0272	Quebrada San Cristóbal
027	Cuenca Quebrada Caracoles	0273	Quebrada Honda
027	Cuenca Quebrada Caracoles	0274	Quebrada Salar del Muerto
027	Cuenca Quebrada Caracoles	0275	Quebrada Chimborazo
027	Cuenca Quebrada Caracoles	0276	Q Caracoles entre S Navidad S del Carmen y Desemb
028	Cuenca Quebrada La Negra	0280	Quebrada Mateo hasta Quebrada Grande
028	Cuenca Quebrada La Negra	0281	Quebrada Grande
028	Cuenca Quebrada La Negra	0282	Quebrada La Negra entre Quebrada Grande y Desemb.
029	Cuencas quebradas entre Q. La Negra - Q. Pan de Azúcar	0290	Quebradas entre Quebrada La Negra y Q. de Remedios
029	Cuencas quebradas entre Q. La Negra - Q. Pan de Azúcar	0291	Quebrada de Remedios y Quebrada de Izcuna
029	Cuencas quebradas entre Q. La Negra - Q. Pan de Azúcar	0292	Isla Hoste y adyacentes
029	Cuencas quebradas entre Q. La Negra - Q. Pan de Azúcar	0293	Quebradas entre Q. de Guanillos y Q. de Taital
029	Cuencas quebradas entre Q. La Negra - Q. Pan de Azúcar	0294	Quebrada de Taital
029	Cuencas quebradas entre Q. La Negra - Q. Pan de Azúcar	0295	Costeras entre Quebrada Taital y Q. de la Cachina
029	Cuencas quebradas entre Q. La Negra - Q. Pan de Azúcar	0296	Quebrada de La Cachina
030	Cuencas Endorreicas Frontera - Vertiente Pacifico	0300	Cuencas al Norte del Salar de Pedernales
031	Cuencas Costeras Q. Pan de Azúcar - Río Salado	0310	Quebrada Pan de Azúcar

CODIGO	NOMBRE ESTACION FLUVIOMETRICA
7	Loa en Conchi
8	Loa en Yalquincha
9	Canal Quillagua en Quillagua
10	San Pedro en Cuchabrachi
11	Canal Vilama en Vilama

CUADRO 2.5.2-1
RESUMEN DE RESULTADOS ANÁLISIS DE FRECUENCIA II REGION
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)

RIO LOA EN CONCHI

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT-MAR	ABR-SEP	ANUAL
85%	1,40	1,32	1,53	1,58	1,45	1,24	1,55	1,39	1,55	1,42	1,50	1,46	1,48	1,51	1,52
50%	1,66	1,63	1,72	1,79	1,86	1,81	1,75	1,68	1,78	1,68	1,73	1,69	1,77	1,72	1,75

RIO LOA EN YALQUINCHA

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT-MAR	ABR-SEP	ANUAL
85%	1,19	1,16	1,27	1,43	1,55	1,35	1,21	1,27	1,28	1,29	1,21	1,20	1,39	1,26	1,35
50%	1,81	1,72	1,80	2,04	2,21	1,83	1,82	1,96	2,04	2,09	1,97	1,85	2,00	1,97	2,00

CANAL QUILLAGUA EN QUILLAGUA

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT-MAR	ABR-SEP	ANUAL
85%	0,23	0,20	0,17	0,14	0,12	0,13	0,14	0,21	0,22	0,16	0,21	0,23	0,18	0,22	0,20
50%	0,26	0,22	0,20	0,17	0,20	0,21	0,23	0,30	0,28	0,22	0,26	0,27	0,22	0,27	0,24

CUADRO 2.5.2-1
RESUMEN DE RESULTADOS ANÁLISIS DE FRECUENCIA II REGION
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)

RIO SAN PEDRO EN CUCHABRACHI

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT-MAR	ABR-SEP	ANUAL
85%	0,59	0,58	0,56	0,54	0,54	0,55	0,62	0,67	0,70	0,71	0,68	0,65	0,62	0,68	0,66
50%	0,74	0,72	0,74	0,85	0,94	0,82	0,78	0,83	0,84	0,86	0,82	0,80	0,84	0,82	0,84

CANAL VILAMA EN VILAMA

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT-MAR	ABR-SEP	ANUAL
85%	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	0,22	0,23	0,23	0,23	0,22	0,23	0,23
50%	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23

CUADRO 2.5.2-2
PLANILLA DE INFORMACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES PARA INCORPORAR AL SIG

N°	ESTACIÓN	COORD. GEOG.		ALT. (msnm)	Q MED ANUAL (m3/s)	Q M MENS ENERO (m3/s)	Q INVIERNO (ABR-SEP)		Q VERANO (OCT-MAR)		Q ANUAL	
		LAT S	LONG O				50%	85%	50%	85%	50%	85%
		(°)	(°)				(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)
II REGIÓN												
1	Loa en Conchi	21,98	68,63	3010	1,77	1,80	1,77	1,48	1,72	1,51	1,75	1,52
2	Loa en Yalquincha	22,45	68,58	2300	2,22	2,17	2,00	1,39	1,97	1,26	2,00	1,35
3	Canal Quillagua en Quillagua	21,65	69,55	910	0,24	0,18	0,22	0,18	0,27	0,22	0,24	0,20
4	San Pedro en Cuchabrachi	22,78	68,20	2585	0,86	0,96	0,84	0,62	0,82	0,68	0,84	0,66
5	Canal Vilama en Vilama	22,87	68,18	2550	0,23	0,23	0,23	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23

2.5.3 Aguas Subterráneas

En la Figura 2.5.3-1 y Cuadro 2.5.3-1 se presenta la ubicación espacial e identificación de los principales acuíferos presentes en la II Región generada a partir de la información contenida en el SIG. Los detalles de las características de cada acuífero pueden ser consultadas en el SIG.

En cuanto al uso en riego, no hay antecedentes de captaciones de aguas subterráneas relevantes que sean utilizadas para este fin en la región.

2.5.4 Aguas Servidas Tratadas

2.5.4.1 Antecedentes Generales

Desde hace bastante tiempo en el país ha existido la inquietud de aprovechar las aguas residuales urbanas o aguas servidas para ser utilizadas en otras actividades, en particular para el riego, luego de que éstas hayan sido tratadas de manera que su calidad sea compatible con el nuevo uso.

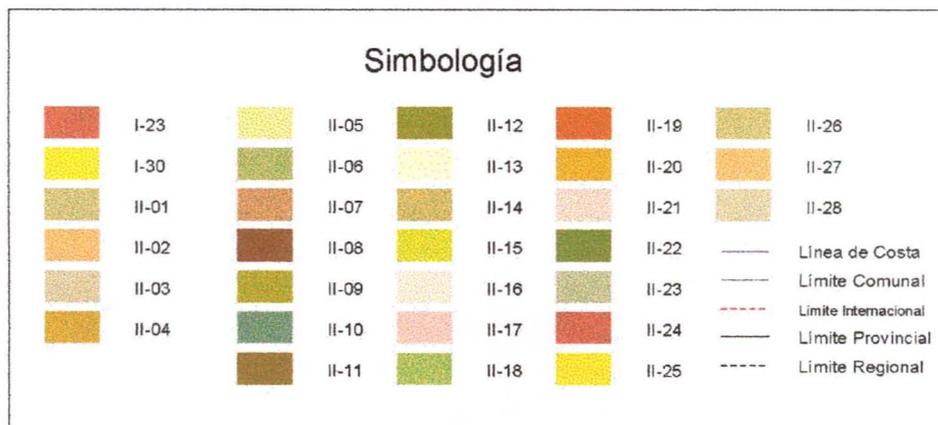
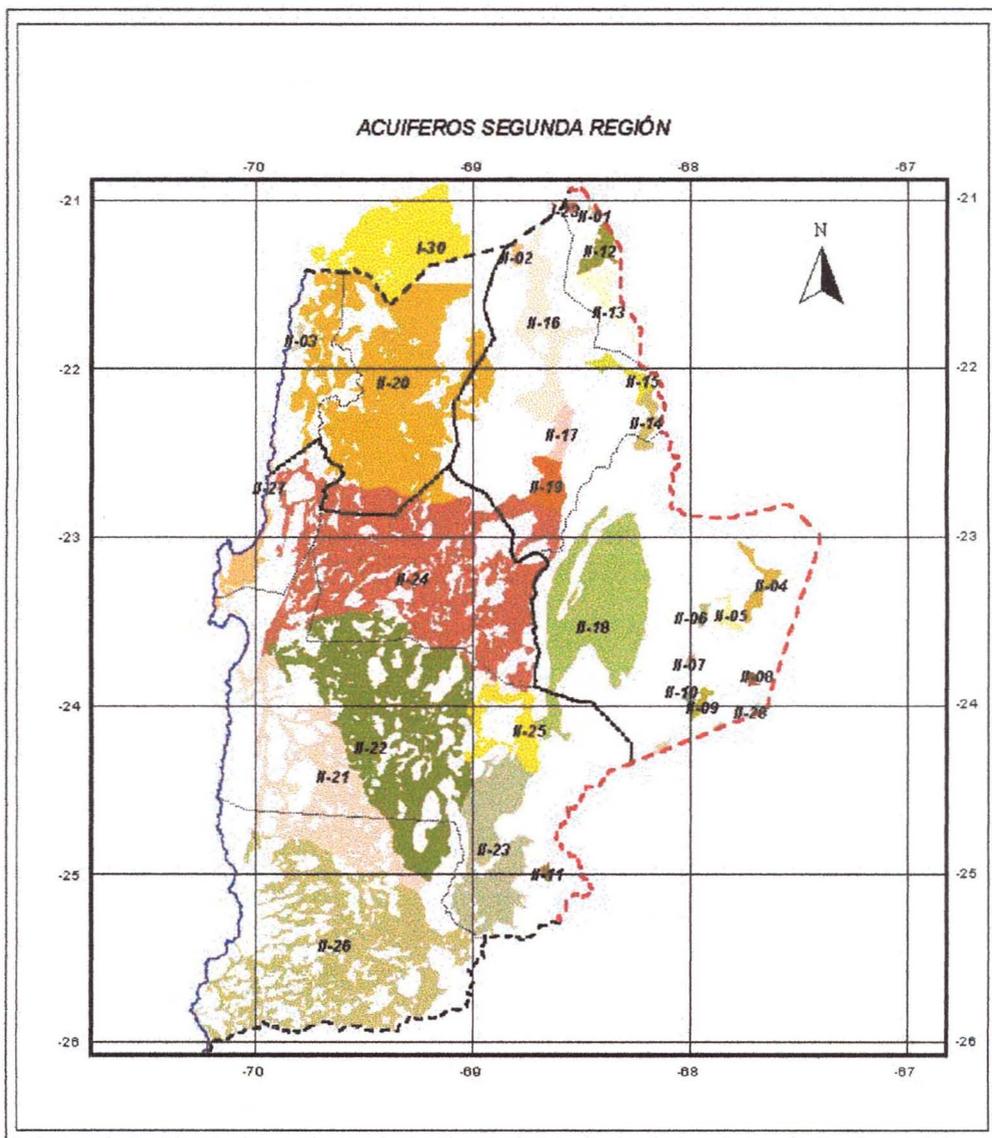
Considerando la realidad de nuestro país, se puede establecer una serie de alternativas o situaciones de aprovechamiento dependiendo de la fuente de las aguas servidas, la ubicación de los cauces receptores y la existencia y ubicación de eventuales usuarios beneficiados con las aguas tratadas (zonas agrícolas o de potencial desarrollo agrícola). Los casos serían los siguientes:

- Aprovechamiento directo de las aguas luego de ser tratadas aguas abajo de la fuente que las genera.
- Aprovechamiento directo de las aguas tratadas aguas arriba de la fuente que las genera (elevaciones y conducciones).
- Aprovechamiento indirecto a través de la recarga inducida a las napas de las aguas servidas tratadas o con tratamiento parcial.

Respecto de las posibilidades anteriores cabe hacer las siguientes reflexiones:

Los principales centros de producción de aguas servidas (ciudades) se encuentran cercanos a cauces superficiales. En muchos casos estos se encuentran en la parte baja de la cuenca correspondiente, por lo que las zonas de potenciales beneficiados (zonas agrícolas) en general quedan aguas arriba. Ello implica la necesidad de efectuar la elevación de las aguas tratadas hasta los lugares de riego, con lo que esta alternativa resultaría de alto costo y poco rentable para una actividad como la agricultura con márgenes de ingresos más bien reducidos.

FIGURA 2.5.3-1: PRINCIPALES ACUÍFEROS II REGIÓN



Cuadro 2.5.3-1: Códigos de los Acuíferos II Región

CÓDIGO	NOMBRE DEL ACUIFERO
I-23	Salar de Alconcha
I-30	Salar de Llamara
II-01	SN
II-02	Pampa Puno
II-03	Costa Interior Punta del Urcu-Cabo Paquica
II-04	Salar de Loyoques
II-05	Salar de Aguas Calientes
II-06	Laguna Lejía
II-07	Laguna Miscanti
II-08	Salar El Laco
II-09	Salar de Talar
II-10	Salar de Capur
II-11	Salar Pajonales
II-12	Salar de Carcote
II-13	Salar de Ascotán
II-14	Tatio
II-15	Río Incaliri
II-16	Río Loa
II-17	Pampa Llalqui-Río Salado
II-18	Salar de Atacama
II-19	Llano del Quimal
II-20	Río Loa-Salar de Llamara
II-21	II Reg. Dep. Int. Centro-Sur
II-22	II Reg. Dep. Int. Centro
II-23	Salar de Punta Negra
II-24	II Reg. Dep. Int. Centro-Norte
II-25	Salares
II-26	II Reg. Dep. Int. Sur
II-27	Costa Tocopilla-Antofagasta
II-28	Frontera Oriente

La utilización de las aguas servidas para recargar acuíferos, previo tratamiento primario de ellas (método conocido como SAT, abreviación inglesa de Soil Aquifer Treatment), se ha estado estudiando en los últimos años a través de programas de investigación aplicada de universidades e instituciones interesadas (empresas sanitarias y gobierno regional). Esto es especialmente atractivo en ciudades del norte del país, donde por una parte la utilización de las aguas subterráneas es importante y por otra existe una limitada disponibilidad de recursos hídricos. En particular se ha estudiado esta alternativa en los Valles de Azapa y Copiapó, por medio plantas piloto y experiencias de laboratorio.

Por otro lado, históricamente las aguas servidas sin tratamiento han sido dispuestas en los cauces cercanos, con lo cual dichas aguas son mezcladas con las aguas de los cauces, las que en la mayoría de los casos están comprometidas para su uso aguas abajo, con o sin derechos. Esto ha generado una serie de discrepancias y conflictos entre los sectores involucrados; los usuarios de las aguas, la Dirección General de Aguas y las empresas sanitarias. Un caso emblemático al respecto es el Zanjón de la Aguada (cauce originalmente natural), sobre el cual se habrían constituido derechos hasta un monto tal que se habría sobrepasado la disponibilidad natural de aguas en dicho cauce, es decir, se habrían constituido derechos en parte sobre las aguas servidas provenientes de las descargas de gran parte de Santiago. Esto ha generado una serie de controversias u opiniones encontradas respecto de quien es el verdadero "dueño" de las aguas servidas. A continuación se aborda este aspecto en detalle, para clarificar la controversia, sobre la base de las disposiciones legales vigentes.

Las aguas servidas pueden ser consideradas como derrames, puesto que estas son "aguas que quedan abandonadas después de su uso, a la salida del predio", como lo señala el Art. 43 del Código de Aguas. Asimismo, el código señala, en su Art. 53, que "las aguas provenientes de derrames o drenajes, caídas a un cauce natural o artificial, se confunden con las de éstos", es decir, pasan a formar parte de la corriente.

Por otro lado el Art. 61 de Ley General de Servicios Sanitarios (DFL 382 de 1988), señala que "para los efectos del título V del Código de Aguas (o sea sobre los derrames), entiéndase que los prestadores de servicios sanitarios abandonan las aguas servidas cuando éstas se evacuan en las redes o instalaciones de otro prestador o si se confunden con las aguas de cauce normal o artificial".

Además, "el uso por terceros de derrames o drenajes, no constituyen gravamen o servidumbre que afecte al predio que los produce. Son actos de mera tolerancia que no confieren posesión ni dan fundamento a prescripción", según el Art. 54 del Código de Aguas.

De acuerdo con lo anterior, pueden sacarse dos conclusiones relevantes al respecto:

- Por una parte las empresas sanitarias poseedoras de un derecho consuntivo serían las “dueñas” de las aguas servidas, en el sentido del Código, o sea que el particular tiene el derecho de aprovechamiento de ellas, como un derecho real que consiste en el uso y goce de ellas (Art. 5 y 6 del Código de Aguas). La empresa sanitaria por tener un derecho consuntivo podría perfectamente no devolverlas al cauce.
- Por otra se debe tener en cuenta que las aguas vertidas al cauce se confunden con las de éste, luego pueden ser utilizadas por quien las solicite sin necesidad de exigencias al que las produce o de éste al que las utiliza.

En definitiva respecto de la utilización de las aguas servidas para ser utilizadas en riego se puede concluir lo siguiente:

- En los casos en que las aguas servidas vertidas a los cauces han sido históricamente utilizadas, el hecho de ser tratadas no debiera generar ninguna ventaja comparativa o conveniencia por parte de los usuarios de dichas aguas para adquirirlas o establecer negocios con la generadora de las descargas. La única ventaja cualitativa se refiere al beneficio económico indirecto de utilizar aguas de mejor calidad. No es factible pensar en negocios o ventas de agua por parte de las empresas sanitarias a los usuarios, ya que estos las han utilizado desde antes, a pesar del hecho que el uso de las aguas servidas (entendidas como derrames) por parte de los usuarios no implica ninguna obligación sobre el que las produce, ya sea en cuanto a cantidad u oportunidad de la descarga.
- Un agricultor o canalista utilizará las aguas del cauce y no tendría por qué pagar por aguas tratadas por la empresa sanitaria que las produce y dispone en los cauces.
- La posibilidad de usar las aguas servidas podría ser atractiva en las zonas áridas, semiáridas o de secano del país, es decir, entre la Primera y Cuarta región y el secano costero del Centro-Sur del país.
- Lo anterior se puede realizar en zonas donde las descargas se ubiquen aguas arriba de las zonas que son o pueden ser regadas (no sería el caso Arica, Iquique, Antofagasta y La Serena, entre otras). En estos casos la justificación estaría dada por la factibilidad técnica y económica de elevar y conducir las aguas hasta las zonas de riego.
- La recarga de acuíferos es interesante, puesto que se aprovecharía la capacidad natural de tratamiento del suelo y la regulación de los acuíferos para almacenar las aguas. Eso sí que se requiere que la recarga y el uso de dichas aguas sean cercanos geográficamente (dentro de una misma cuenca hidrogeológica).

2.5.4.2 Aguas Servidas Tratadas en la II Región

En primer término se debe señalar que los efluentes de la Planta de Tratamiento de aguas servidas de Antofagasta se utilizan para riego de hortalizas por parte de pequeños agricultores del sector La Chimba, desde hace varios años.

Adicionalmente, en el sector de Baquedano se utilizan los efluentes de una pequeña planta de tratamiento para riego de cultivos y especies ornamentales.

Respecto al análisis de la disponibilidad de aguas servidas tratadas en la II Región, en el Anexo 2 se presenta un desarrollo completo del tema. Sin embargo en este acápite se incluirán algunos de los principales antecedentes a modo de resumen.

Como es posible observar en el Anexo 2, los caudales de aguas servidas de las distintas localidades de la II Región de Antofagasta se disponen en el mar o bien son reutilizados tras su tratamiento.

El análisis de reutilización en riego de aguas servidas tratadas abarca dos aspectos, el primero de ellos evalúa la disponibilidad del recurso por concepto del incremento de las aguas servidas tratadas en un horizonte de 10 años. Esto es, dentro del contexto que en dicho plazo las aguas servidas domésticas generadas en la región debieran ser tratadas antes de su disposición final, de acuerdo con las nuevas exigencias medioambientales. El segundo aspecto evalúa la ubicación de las descargas de los efluentes tratados con respecto a la ubicación de predios o áreas agrícolas en los cuales es posible su utilización.

No se contabilizaron en el análisis de disponibilidad del recurso aquellas aguas dispuestas en el mar, tras las plantas de tratamiento o mediante emisarios submarinos.

Se observa en los antecedentes expuestos en el punto anterior, que los efluentes de las localidades de Mejillones, Tal-Tal, Tocopilla y parte de Antofagasta y Playa Brava son dispuestos en el mar, siendo opciones de reuso la Planta de Tratamiento de Calama, el efluente de la planta de tratamiento de Antofagasta que trata sólo una parte de las aguas de Antofagasta y el efluente de la planta de tratamiento de Playa Brava. Los antecedentes de los tres casos citados se entregan en el Cuadro 2.5.4-1.

Cuadro 2.5.4-1 Aguas Servidas Tratadas Disponibles en la II Región

Localidad	Caudal Medio Tratado [l/s]			Variación [l/s]		Variación Acumulada[l/s]	
	2000	2005	2010	2000-2005	2000-2010	2000-2005	2000-2010
Antofagasta	50,0	120,0	120,0	70,0	70,0	70,0	70,0
Calama	186,7	223,0	259,5	36,3	72,8	106,3	142,8
Playa Brava	4,1	8,8		4,7	4,7	111,0	147,5

Para el caso de Playa Brava, dado que no hay antecedentes de caudales para el año 2010, se determinó la variación con respecto a los caudales del año 2005, y para el caso de Antofagasta se consideró que la Planta Operaría a su capacidad para el año 2005.

La ubicación de las plantas de tratamiento y emisarios submarinos tanto existentes como proyectadas se muestran en la Figura 1.3-1 del Anexo 2.

En función de los antecedentes recopilados, y que se resumen en el Cuadro 2.5.4-2, se sabe que en la II Región de Antofagasta, las localidades de Playa Brava y Antofagasta cuentan con plantas de tratamiento en operación y se encuentra en proceso de construcción la planta de tratamiento para la ciudad de Calama. Cuentan con emisario submarino exclusivamente las localidades de Tal-Tal, Tocopilla y Mejillones y además la ciudad de Antofagasta evacua una parte importante de sus aguas servidas mediante emisarios submarinos.

La factibilidad del uso de aguas tratadas en riego no sólo esta ligada a la cantidad y calidad de las aguas generadas, sino además a su punto de disposición final, es por ello que se hace necesario analizar cada caso, en que exista interés por su utilización, en términos de otras fuentes del recurso disponibles en la zona y distancia del área de cultivo de interés.

En particular, los afluentes de las plantas de tratamiento de Playa Brava y Antofagasta ya son reutilizados, existiendo sólo la posibilidad de reutilizar a futuro el efluente de la planta de tratamiento de Calama que se encuentra en construcción, situación que la empresa sanitaria esta evaluando. Por esta razón se considera que los recursos disponibles ya están siendo manejados en forma integral por las partes interesadas.

Cuadro 2.5.4-2
Resumen de Caudales y Disposición Final
de las Aguas Residuales en la II Región

Localidad	Caudal Medio [l/s]				Disposición Final		
	2000	2005	2010	2015	Tratamiento	Existente / Proyectado	Punto de Descarga
Antofagasta	50,0	120,0	120,0	120,0	Lodos Activados	Existente	Reuso Agrícola e Industrial
	365,3	348,3	412,6	488,1	Emisario Submarino	Existente	Mar
Mejillones	6,6	8,0	9,6	11,5	Emisario Submarino	Existente	Mar
Tocopilla	44,3	48,6	52,7	57,0	Emisario Submarino	Existente	Mar
Tal-Tal	12,5	14,0	15,3	16,7	Emisario Submarino	Existente	Mar
Calama	186,7	223,0	259,5	298,0	Lodos Activados	En Construcción	Río Loa
Playa Brava	4,1	8,8			Lodos Activados	Existente	Reuso Areas Verdes

2.6 Calidad de Aguas

2.6.1 Calidad de Aguas Superficiales

Con el objetivo de obtener parámetros que permitan caracterizar la calidad físico, química y biológica de las aguas tanto superficiales como subterráneas de la Región se han consultado, por una parte, los antecedentes disponibles en la Dirección General de Aguas, y por otra parte, se han revisado estudios y antecedentes bibliográficos que aportan información dentro de esta materia. Los parámetros seleccionados para caracterizar las aguas desde el punto de vista de su uso agropecuario son los siguientes: Conductividad Eléctrica (CE), pH, Sodio, Boro, Arsénico, Cobre, Hierro, Magnesio, Calcio y Potasio.

La Dirección General de Aguas cuenta con una red de vigilancia de calidad de aguas, constituida por estaciones de medición permanentes, eventuales y ocasionales a lo largo del territorio nacional. La información disponible, del último año de medición, de dichas estaciones fue aportada por dicha institución para la elaboración del estudio.

En la II Región existen 34 estaciones de monitoreo de calidad de aguas superficiales de la Dirección General de Aguas. En la mayoría de los casos las estaciones cuentan con mediciones en los meses de mayo y noviembre del año 1.994, y solo en algunos casos se cuenta con mediciones de los meses de enero, febrero o junio, casos en que de igual forma se cuenta con antecedentes en a los más dos de los cuatro periodos definidos.

En las cuencas del Río Loa y el Salar de Atacama se encuentran 24 y 9 puntos de control respectivamente, los que cuentan en su mayoría con la

medición de todos los parámetros requeridos en al menos un período de medición.

Dentro de este contexto, la información disponible en la II Región se agrupa principalmente en las cuencas del río Loa y el Salar de Atacama.

En el presente acápite se analiza la aptitud de la calidad del agua para su uso en riego, en las cuencas de la región. Las cuencas que se analizan corresponden a las siguientes:

- Río Loa
- Salar de Atacama

Río Loa

El valle del río Loa abarca todo el sector centro - norte de la II Región, abarcando incluso parte de la zona sur de la I Región, siendo sus principales afluentes los ríos Salado, San Pedro, Toconce, San Salvador y Guatacondo. Además forman parte de la cuenca del río Loa, el Salar de Miraje y el Salar de Llamara, este último se ubica en la I Región. Se ubica, además, en esta cuenca la ciudad de Calama.

El contenido salino de las aguas del río Loa experimenta un notable incremento desde su cabecera hacia aguas abajo, lo cual se manifiesta en el incremento de la conductividad eléctrica desde valores del orden de 1.100 uS/cm en la estación Río Loa en Lequena hasta alcanzar valores del orden de 17.000 – 19.000 uS/cm en la estación Río Loa en Desembocadura. Los afluentes intermedios al río Loa también presentan valores elevados, observándose una clara incidencia del aporte del río San Salvador el cual presenta una conductividad eléctrica del orden de 12.500 uS/cm. En general se supera el valor máximo estipulado para este parámetro a excepción del Río Toconce antes de la Represa Ex – Sendos, donde los valores son muy similares a dicho límite.

Las concentraciones de arsénico y boro en los 24 puntos con dichos antecedentes presentes en la cuenca, se puede observar en ellas que los valores observados superan con creces los límites establecidos en la norma para dichos parámetros. En particular se observa un incremento de las concentraciones desde la cabecera del río Loa hasta su desembocadura en ambos parámetros y los afluentes San Pedro, Salado y San Salvador también presentan valores superiores a los estipulados en la norma. Para ambos parámetros, en general, los mínimos se observa en el río Guatacondo, donde incluso el arsénico se encuentra por debajo del 0.1 mg/l estipulado en la norma

La Razón de Adsorción de Sodio presenta un incremento desde su cabecera hasta su desembocadura. En particular se observan valores del orden

de 3.2-3.5 en el río Loa en Represa Lequena, alcanzando valores del orden de 25 –28.5 en la desembocadura del río Loa. Los menores valores se observa en el río Guatacondo con valores que oscilan en el rango 1.0-4.5.

Salar de Atacama

La Cuenca del Salar de Atacama se desarrolla al centro – este de la II Región, siendo los principales aportes al Salar de Atacama los ríos Tulan y San Pedro. Además forman parte de la cuenca los ríos Putana, Grande y Vilana.

Para la Conductividad Eléctrica, el Arsénico y el Boro en los 9 puntos que cuentan con dichos antecedentes, es posible observar que para cada uno de los parámetros se superan con creces los límites establecidos por la norma para los mismos, en al menos un periodo de medición (a lo sumo existen antecedentes de dos periodos). La excepción, donde no se superan los límites para cada uno de los tres parámetros, lo constituye la estación correspondiente al Río Jauna antes del río Putana

El límite recomendado para el RAS, de 3 meq/l (ningún grado de restricción), se supera en 7 de los 9 nueve puntos que cuentan con valores de dicho parámetro, en particular se observan valores en el rango 7 a 10 meq/l. Dentro de este contexto son las estaciones Río Jauna antes de río Putana (02510801-9) y Canal Socaire en Cuno (02500804-9) las que presentan valores menores a los 3 meq/l.

2.6.2 Calidad de Aguas Subterráneas

Con respecto a las aguas subterráneas, la información disponible muestra que sólo se puede evaluar la calidad de las aguas subterráneas en la provincia de Antofagasta, principalmente en la comuna de Tal-Tal, donde se encuentran 11 de los 12 puntos con antecedentes, lo anterior permite sólo tener una visión parcial de la situación en la Región. En particular los antecedentes se localizan en Quebrada Verde, Agua Verde, Estación Breas, Quebrada Pastos Largos y Pique Milagros.

Los valores de la conductividad eléctrica en los 12 pozos con antecedentes, donde se observa que en 8 de los casos se supera el límite establecido por la norma de 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los mayores valores se observan en la estación 02-DGA-11, la cual esta asociada al Pique Breas.

De acuerdo a los antecedentes presentados en 11 de los 12 pozos el arsénico esta por debajo del 0.1 mg/l, a excepción de la estación 02-DGA-04, la cual está asociada al Pozo Agua Verde 45. El boro supera el límite establecido en la norma de 0.75 mg/l, en 5 de los 12 puntos con información de dicho parámetro.

Los antecedentes de la razón de adsorción de sodio, muestran que este parámetro supera el límite de 3 meq/l en 4 de los 12 puntos con información de dicho parámetro.

3. Riego y Drenaje

3.1 Sectores de Riego

Los sectores de riego se concentran en torno a los oasis, ayllos, y en mucho menor medida, centros urbanos, en los casos en que éstos disponen de suelos aptos para el desarrollo de algún tipo de cultivos. Así se tiene que la superficie de interés agrícola en la región (41.000 Há de agricultores según el Censo Agropecuario) tiene un 82 % en la comuna de San Pedro de Atacama, un 16 % en la comuna de Calama y el resto, 2%, en las comunas de Antofagasta, María Elena y Ollagüe.

La superficie regada en la región, a 1997, alcanzaba a las 2.961 Há, de las cuales el 98% se riega en forma gravitacional y sólo el 2% (50 Há) utiliza algún sistema tecnificado, como microaspersor o goteo. En la región no existen explotaciones agrícolas que empleen otros sistemas de riego mecanizado como aspersión.

Las 2.961 Há regadas se distribuyen de la siguiente forma.

COMUNA	SUPERFICIE REGADA (Há)	PORCENTAJE (%)
Calama	1.168	39.5
San Pedro de Atacama	1.731	58.5
Antofagasta	24	0.8
María Elena	23	0.8
Ollagüe	14	0.5

3.2 Eficiencias de Riego por Cuenca

En la región, la superficie de riego es del orden de las 3.000 Há, de las cuales se riegan gravitacionalmente el 97.8%, con microrriego el 1.6% y con riego mecanizado sólo el 0.6%.

En función de dichos antecedentes, y asignando los siguientes valores de eficiencia de riego por sistema, gravitacional: 35%, Macrorriego tecnificado: 70% y Microrriego: 85%, es posible estimar las eficiencias de riego por cuencas o por sectores. Así se tiene:

Sector Alto del Río Loa (incluye comunas de Ollagüe y Calama) y San Pedro de Atacama	36%
Sector Bajo del Río Loa (incluye comunas de Tocopilla y M ^a Elena)	35%
Sector Antofagasta (incluye sólo comuna de Antofagasta)	68%

3.3 Sectores de Drenaje

La naturaleza de los problemas de drenaje en la zona norte del país difiere de lo observado en las regiones meridionales. En las regiones del norte, especialmente en las regiones I y II, la alta salinidad de los suelos impone como condición que los suelos tengan un buen drenaje para que la salinidad superficial no aumente por efecto de la evaporación. Además se requiere buenas condiciones de drenaje de los suelos para facilitar el manejo del riego y posibilitar las acciones de lavado eficiente del suelo, tendiente a contrarrestar el problema señalado.

Por lo tanto, en la región no existen sectores específicos con problemas de drenaje. Sin embargo, mejorar las condiciones de drenaje en aquellos sectores de drenaje deficiente es una necesidad si se piensa implementar riego y obtener resultados agrícolas aceptables.

3.4 Infraestructura de Riego

La infraestructura de riego en la región presenta una distribución similar a la observada con las áreas de interés agrícola, es decir, se concentra en las comunas de Calama y San Pedro de Atacama.

Los antecedentes disponibles en el SIG-CNR dan cuenta de un total de 220 pozos en la región, de ellos 48 se destinarían al riego. No es posible entregar más información respecto de este tema, como capacidad instalada y caudales de explotación, pues se carece de dichos antecedentes.

Respecto de la infraestructura de riego en base a recursos superficiales, en la comuna de Calama, se tiene lo siguiente.

Oasis de Lasana

El riego se realiza a través de 8 canales que extraen sus recursos desde el río Loa, 4 desde la ribera derecha (Quichira, San Antonio, Quilchire 1 y Los Perales) y 4 desde la ribera izquierda (Quilchire 2, Buen Retiro, Los Ramírez y Pona).

Estos canales, con capacidades de entre 100 y 300 l/s son sin revestir y permiten regar una superficie del orden de las 100 Há.

Oasis de Chiuchiu

El riego se realiza a través de 4 canales matrices que extraen sus recursos desde el río Loa, 2 desde la ribera derecha (La Banda y Hrepic) y 2 desde la ribera izquierda (Grande y Del Pueblo) y redes de canales derivados.

Los canales matrices tienen capacidades que en algunos casos alcanzan los 1.000 l/s.

Calama

La superficie bajo canal supera las 1.600 Há, la superficie regada en cambio, es del orden de las 1.000 Há.

El área regada se extiende a ambos costados del río Loa y es servida por una compleja red de canales que combina canales antiguos, que debieran estar sin uso, con canales revestidos, de data más reciente.

Los principales canales de la ribera izquierda son: Canal Cardoso, Canal Banda Radic, Canal Topater, Canal Núñez y Canal La Prensa.

Los principales canales de la ribera derecha son: Canal Tronco, Canal San Juan, Canal Coco-La Villa, Canal Berna-Lalay, Canal Sur y Dupont.

3.5 Organizaciones de Usuarios

En el sector Calama, donde hay 14 organizaciones entre comunidades de agua, asociaciones de agricultores y juntas de regantes, los principales problemas existentes están relacionados con: calidad y cantidad de los recursos hídricos provenientes de los ríos Loa y Salado, destinada a la producción de subsistencia. El número de agricultores en esta zona es de aproximadamente 250, de los cuales sólo un 20% se dedica exclusivamente a la agricultura.

En el sector de San Pedro de Atacama existen comunidades de regantes, comunidades atacameñas y asociaciones de productores como la Asociación de Productores del Río San Pedro, con 800 socios y la Asociación de Productores del Río Vilama, con 70 socios.

Estas organizaciones, si bien funcionan, presentan algunos problemas de operación y gestión, entre los que destacan los siguientes:

- Autoritarismo y rivalidades entre directivas y socios.
- Ineficiencias en la administración de las aguas.
- Falta de motivación y compromiso de los socios.
- Déficits administrativos y financieros.

En el sector Antofagasta los agricultores están agrupados en la Asociación Gremial de Pequeños Productores de La Chimba y en la Sociedad Agrícola del Desierto, que cuenta con 11 socios.

Estas organizaciones presentan algunas dificultades asociadas al poco espíritu colectivo de sus miembros y a la falta de confianza entre directiva y socios, lo que dificulta la toma de decisiones. Además, las situaciones descritas se acentúan por el alto costo del recurso hídrico. No obstante lo anterior, en términos generales, las organizaciones funcionan.

3.6 Proyectos de Riego y Drenaje

A continuación se presenta una serie de proyectos que han solicitado financiamiento al estado para desarrollar los estudios de factibilidad o diseño, necesarios para determinar las condiciones de su futura implementación. Los proyectos incluidos en el listado siguiente se describen brevemente en el capítulo 4.5.4 del presente diagnóstico. Los proyectos señalados son los siguientes.

- Construcción de Embalse Coyil
- Mejoramiento de canales Ayillos de San Pedro de Atacama
- Mejoramiento Infraestructura del Río Loa
- Mejoramiento Sistemas de Riego de Ayquina, Turi, Caspana y Toconce

4. Diagnóstico de Situación Actual

4.1 Uso Actual del Suelo

4.1.1 Introducción

Con el objeto de efectuar el estudio del Uso del Suelo en la actualidad en la Región II se ha realizado un análisis de información elaborada por ODEPA, que considera diversos períodos anuales relativamente recientes. Esto último, a diferencia de considerar solamente los antecedentes del VI Censo Nacional Agropecuario del año agrícola 1996-97, permite poder constatar tendencias en el tiempo.

La información referente al Uso del Suelo en la Región II, con relación al país en su totalidad, se presenta en los siguientes cuadros, que se incluyen en el Anexo 3 del presente texto.

Cuadro N°1. Estructura del Uso del Suelo en la agricultura.

Cuadro N°2. Superficie regada en el año agrícola 1996-97, por sistemas de riego, según clasificación geográfica.

Cuadro N°3. Superficie sembrada de cultivos anuales.

Cuadro N°4. Superficie de hortalizas según especie y flores.

Cuadro N°5. Superficie de frutales.

Cuadro N°6. Superficie de Plantaciones forestales

Cuadro N°7. Existencia de animales según especie.

Con el objeto de poder efectuar el análisis de los antecedentes elaborados por ODEPA se ha presentado la información de los siete cuadros indicados, referida a la Región II, incluyendo también la misma información de nivel nacional, con el objeto de tener un marco de referencia para las cifras regionales

A continuación se presentan los principales aspectos considerados en el análisis de la información de cada uno de los siete cuadros a que se hizo referencia anteriormente. Este análisis se ha ordenado considerando el tema de cada uno de dichos cuadros.

4.1.2 Estructura de Uso del Suelo en la Agricultura

En el Cuadro N°1-1 del Anexo 3 se presenta la información de estructura de uso del suelo, expresada en hectáreas de la II Región que corresponde a la información de la temporada 1996/1997.

En el Cuadro N°1-2 del mismo Anexo se presenta la estructura del suelo a nivel nacional expresada en superficie (ha) respecto a la misma temporada.

Del análisis de las cifras presentadas se puede concluir que la Región II presenta un uso del suelo principalmente con praderas, que representan un 60,3% del total regional censado. En cambio, la superficie con cultivos anuales y permanentes representan sólo un 2,2% de la superficie regional, así como también la superficie con praderas sembradas y de rotación presentan una muy pequeña participación en la estructura de cultivos regional con sólo un 4,6%.

Dentro de las praderas, las naturales representan casi la totalidad de la superficie con ellas, ya que representan un 99% del total regional con praderas. Cabe hacer notar que un porcentaje importante de la superficie regional corresponde a suelos estériles como arenales y pedregales lo que representan un 26.7% del total regional.

4.1.3 Superficie Regada en el año Agrícola 1996-97 por Sistema de Riego

En el Cuadro N°2 del Anexo 3 se puede apreciar, en primer lugar, que la superficie total regada en la Región II es muy pequeña respecto del total nacional ya que sólo corresponde a 2.960,6 ha sobre un total nacional de 1.053.900 ha, lo que representa un 0,28 % del total del país. Además, a nivel regional un 97,8% de la superficie se riega con métodos de riego gravitacional, en cambio la superficie regada con métodos de riego tecnificados sólo representa un 2,2% del total regional.

4.1.4 Superficie Sembrada de Cultivos Anuales

De los cuadros N°3-1 y 3-2 del Anexo 3, cabe hacer notar que los cultivos anuales en la II Región presentan una muy poca importancia relativa respecto del total nacional (mucho menos del 1%). En cuanto a la superficie con cultivos anuales a nivel regional, en la temporada 1996/1997, cabe destacar a trigo blanco con 36,6%, trigo candeal 38,8%, papa con 12,5%, maíz con 11,1% y arveja con un 2% de la participación a nivel regional.

4.1.5 Superficie de Hortalizas y Flores

Al comparar la información de superficie de hortalizas y flores a nivel regional, del Cuadro N°4-1 del Anexo 3, con la de nivel nacional del Cuadro N°4-2 del mismo Anexo, se puede observar que en la temporada 1998/1999 la Región II presenta poca importancia relativa en la producción de estos rubros, ya que sólo representa un 0,59% de la superficie con hortalizas y no se presenta producción de flores en la región. Dentro de la II región, durante la temporada 1998/1999, las especies que presentan una mayor importancia relativa son choclo 58,1%, zanahoria con un 20,9% y lechuga 4,7%. La superficie con hortalizas ha presentado una disminución durante los últimos 10 años, ya que durante la temporada 1989/1990 ella alcanzaba a 1.115 ha, en cambio durante la temporada 1998/1999 la superficie llegaba a 734 ha, lo que representa una disminución de 381 ha en la superficie de estos rubros.

4.1.6 Frutales

Según los datos obtenidos del VI Censo Nacional Agropecuario, se puede observar que los frutales no tienen una gran importancia respecto del total nacional, ya que en la región sólo se cultivan 128,7 ha, lo que representa sólo un 0,05% respecto de la superficie frutal a nivel nacional que alcanza a 233.973,1 ha. A nivel regional las superficies de las distintas especies son muy pequeñas, y dentro de éstas se puede destacar a Peral Europeo con 43,5 ha, Membrillo con 28,7 ha y huertos caseros con 27 ha.

4.1.7 Plantaciones Forestales

En los Cuadros N°6-1 y 6-2 del Anexo 3 se presenta la información de plantaciones forestales industriales para la II Región y a nivel nacional, respectivamente. En estos cuadros se puede observar que las plantaciones forestales no presentan relevancia en la región, ya que en el año 1999 la superficie con ellas sólo alcanzaba a 726 ha. Dentro de la II Región, no se presenta ninguna especie que sea más relevante con respecto a nivel nacional, y sólo cabe destacar al Algarrobo que en el período comprendido entre 1995-1999 ha aumentado su superficie de 14 ha a 108 ha.

4.1.8 Existencias de Ganado

Como se puede apreciar en los Cuadros N°7-1 y 7-2 del Anexo 3, la Región II no presenta importancia relativa en las existencias de ganado, ya que en la mayoría de las especies sólo se presentan pequeñas cantidades en el número de cabezas. Sólo se puede destacar la existencia de camélidos con 5.782 cabezas, pero con niveles muchos menores a los presentados por estas especies en la I Región.

4.2 Mercados, Comercialización y Precios

4.2.1 Introducción

En el presente capítulo se presentan antecedentes que permiten conocer, de una manera general, las características más relevantes de los mercados, la comercialización y los precios de los productos agropecuarios de mayor importancia en la Región II. Para esta caracterización se han considerado los productos de mayor importancia en la Región, cuya producción en su totalidad se concentra en la Provincia de El Loa y en las comunas de Calama y San Pedro de Atacama.

Cabe indicar que se ha constatado la carencia de información sistemática de precios regionales de productos agrícolas y, debido a la distancia de esta región con respecto de Santiago, es difícil establecer un precio regional a partir del precio base Santiago. Sin embargo, para tener una información de carácter referencial, se presenta la serie de precios de mercados mayoristas de Santiago.

Cabe mencionar que en esta Región los mercados locales se abastecen de fruta y verdura de las zonas hortaliceras y frutícolas principalmente de las regiones IV y V.

Para esta caracterización se han considerado los productos de mayor importancia en la Región, cuya producción en su totalidad se concentra en la Provincia de El Loa y en las comunas de Calama y San Pedro de Atacama. Entre los cultivos anuales se ha considerado el trigo y la papa; y el maíz choclero y la zanahoria entre las hortalizas.

A continuación se presentan y analizan los antecedentes elaborados para cada uno de los productos mencionados:

4.2.2 Trigo

La superficie de cultivos anuales en esta región es de solo 99 hectáreas según el VI Censo Nacional Agropecuario de 1997. De ésta superficie el trigo es el cultivo más importante con un 75% de la superficie cultivada y 74,6 hectáreas.

A nivel regional el mercado de este producto es estrictamente local y dado que el tamaño de las explotaciones que lo producen en su mayoría es pequeño, se puede asumir que una parte importante está destinada al autoconsumo.

A nivel nacional, los molinos constituyen los principales compradores de trigo, los que se ubican especialmente en Santiago y en la zona Centro Sur del país. COTRISA actúa como poder comprador estatal, que interviene en el mercado para sustentar los niveles de precios derivados de la Banda de Precios vigente cada temporada y darle fluidez a las transacciones de trigo.

Los acopiadores particulares trabajan para los molinos comprando para ellos directamente la producción a los productores, generalmente pequeños.

En el Cuadro N° 4.2-1 del ANEXO 4 se presenta una serie de precios reales en moneda de Marzo del 2002, desde 1975 a la fecha, base mercado mayorista de Santiago. Esta serie de precios ha sido construida por ODEPA, a partir de información de INE. En el cuadro se puede observar la tendencia neta a la baja en el precio, tanto en los meses de comercialización como en los promedios anuales.

De la misma información del Cuadro N° 4.2-1 se ha obtenido un promedio de precios de trigo para el período 1998 al 2002. Este promedio, calculado para los meses de Enero, Febrero y Marzo, considerados como los más relevantes como período de comercialización, proporciona un valor de \$10.126 por qqm, base Santiago en moneda nacional de Marzo 2002.

El futuro de este cereal en el país dependerá de los precios nacionales los cuales continuarán a su vez dependiendo estrechamente de las cotizaciones internacionales y del tipo de cambio.

A nivel regional, el comercio exterior de este producto es de escasa importancia.

4.2.3 Papa

La producción de la II Región se origina, de acuerdo al Censo Nacional Agropecuario 1997, en el cultivo de sólo 12,4 hectáreas, en su totalidad localizadas en la Provincia de El Loa y en las comunas de Calama y San Pedro de Atacama.

En la II Región el mercado de este producto es básicamente local, orientado a abastecer fundamentalmente el autoconsumo y parcialmente el mercado de San Pedro de Atacama y Calama. Por lo mismo, la comercialización es escasa y orientada a satisfacer la demanda de los mercados locales.

En el Cuadro N° 4.2-2, que se encuentra en el ANEXO 4 se presenta la serie anual y mensual de precios reales, correspondientes al período 1975 en adelante, a nivel de mercado mayorista de Santiago, sin IVA.

La variabilidad de precios entre los diferentes años depende de múltiples factores, tales como la producción real del año, los precios del año anterior, el factor climático, etc. La variabilidad de precios durante el año depende esencialmente de la disponibilidad de producto de buena calidad.

El precio se ha estimado a partir de precios históricos, obteniéndose un precio promedio para papa temprana (Octubre) y otro promedio para papa de guarda (Marzo). El precio promedio de Octubre para el quinquenio 1997 al 2001 es de \$116.750/tonelada y el de Marzo, para el quinquenio 1998 al 2002 asciende a \$ 75.127/tonelada. Ambos precios son de mercado mayorista de Santiago, sin IVA, en moneda de Marzo de 2002.

El precio se ha estimado a partir de precios históricos, obteniéndose un precio promedio para papa temprana (Octubre) y otro promedio para papa de guarda (Marzo). El precio promedio de Octubre desde 1997 al 2001 es de

\$116.751/ tonelada y el de Marzo asciende a \$ 75.127/tonelada. Ambos precios son de mercado mayorista de Santiago, sin IVA, en moneda de Marzo de 2002.

El comercio exterior de papas y sus derivados se ha activado considerablemente, a nivel nacional, en los últimos años. El principal rubro de importación corresponde a las papas prefritas congeladas, ya que el producto fresco no puede importarse por razones sanitarias.

En cuanto a las exportaciones, la agroindustrialización de este rubro presenta una interesante potencialidad de exportación al MERCOSUR, específicamente como copos de papas (puré de papas) y semilla de papas.

4.2.4 Maíz Choclero

Según el último Censo Agropecuario la superficie cultivada en la II región ascendió a 427 has, equivalente al 58,2% de la superficie sembrada con hortalizas y flores en la región. Las variedades utilizadas en esta región son principalmente locales y del tipo tradicional.

La producción regional se orienta a los mercados de las ciudades de Antofagasta, Calama y San Pedro de Atacama.

Los canales de comercialización son los mercados mayoristas locales y las ferias libres de venta directa al consumidor.

En el Cuadro N° 4.2-3, ubicado en el ANEXO 4, se presenta la serie anual y mensual de precios reales, correspondientes al período 1975 en adelante, a nivel de mercado mayorista de Santiago, sin IVA. El precio promedio base Mercados Mayoristas de Santiago para el período de comercialización de la región (Diciembre - Enero) para el quinquenio 1998-2002 es de \$ 52/unidad, sin IVA, en moneda nacional de Marzo 2002.

El comercio exterior en este producto es de poca importancia a nivel nacional, y se centra fundamentalmente en el maíz dulce congelado. El volumen promedio exportado en los años 1998 – 2000 ascendió a 1.160 toneladas

4.2.5 Zanahoria

De acuerdo al Censo Nacional Agropecuario 1997, la superficie sembrada de zanahoria en la Región II alcanzó las 154 hectáreas, equivalente al 21% de la superficie regional sembrada con hortalizas y flores.

La producción regional se orienta principalmente a los mercados de las ciudades de Antofagasta, Calama y San Pedro de Atacama.

La comercialización de la zanahoria a nivel regional se realiza principalmente a través de las ferias libres de venta directa al consumidor.

En el Cuadro N° 4.2-4 del ANEXO 4 se presenta la serie anual y mensual de precios reales, correspondientes al período 1975 en adelante, a nivel de mercado mayorista de Santiago, sin IVA. El precio promedio anual base Mercados Mayoristas de Santiago para el quinquenio 1997-2001 es de \$ 12.150/mil unidades, sin IVA, en moneda nacional de Marzo 2002.

No existe comercio exterior en este producto.

4.2.6 Comercio Exterior Regional Silvoagropecuario

Las exportaciones silvoagropecuarias regionales se presentan en el CUADRO 4.2.6-1, el cual demuestra que el valor de ellas tiene una mínima participación en las exportaciones nacionales. Además se observa una evolución altamente fluctuante de ella y a partir de 1998 se constata una disminución constante. En el año 2000 las exportaciones primarias representaron el 79,3% de las exportaciones totales en miles de US\$. Dentro de las exportaciones silvoagropecuarias, tanto primarias como industriales, las exportaciones agrícolas concentran entre el 90 y 100% de ellas.

Los principales productos de exportación el año 2000 fueron principalmente las uvas frescas, ciruelas secas, peras y vinos con denominación de origen con un total de miles de US\$ FOB 284, equivalentes al 82,6% de las exportaciones regionales totales.

CUADRO 4.2.6-1: SEGUNDA REGION (II)
EXPORTACIONES PRIMARIAS E INDUSTRIALES POR SUBSECTOR *
MILES US\$ FOB

Clase/Subsector	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Var % 00/99
EXPORTACIONES	182	1.192	625	1.116	890	344	-61,4
PRIMARIAS	59	100	290	588	317	273	-14,2
AGRÍCOLAS	59	99	290	588	317	273	-14,1
PECUARIAS	0	1	0	0			
FORESTALES					0		
INDUSTRIALES	123	1.092	335	528	573	71	-87,6
AGRÍCOLAS	105	807	307	511	533	64	-88,0
PECUARIAS	18	191	24	5	29	1	-98,1
FORESTALES	0	94	4	12	11	6	-41,7
TOTAL PAIS SIN ESPEC.	443.680	441.551	425.565	407.164	372.454	403.124	8,2
TOTAL PAIS	4.473.288	4.169.892	4.270.252	4.332.807	4.720.594	4.986.253	5,6

FUENTE : Elaborado por ODEPA, con información del Servicio Nacional de Aduanas y el Banco Central de Chile.

* Cifras provisorias

NOTA 1 : Existe un número importante de registros de exportación que no son clasificados por región, especialmente de exportaciones de fruta fresca, por lo que los valores publicados en éste informe pueden subestimar el nivel real de exportaciones regionales.

NOTA 2 : A partir de enero 2000 el Banco Central modificó su metodología para incorporar las variaciones de valor de las exportaciones, de manera que las cifras se ajustarán mensualmente de acuerdo con los Informes de Variación de Valor (IVV).

4.3 Aplicación de la Ley 18.450

La Comisión Nacional de Riego, institución dependiente del Ministerio de Agricultura, tiene como objetivo coordinar a las instituciones públicas y privadas para el desarrollo de los sistemas de riego en el país. Su consejo es multiministerial (Hacienda, Economía, Agricultura, Obras Públicas y Mideplan), siendo su principal responsabilidad la planificación, evaluación y aprobación de proyectos de inversión en riego, coordinando además su implementación. La CNR es la encargada de la aplicación de la Ley 18.450.

Respecto de la Ley 18.450, de acuerdo con un estudio de seguimiento de la aplicación de dicha Ley entre 1986 y 1996², en el período, la II Región fue la que tuvo el menor número de proyectos de riego bonificados, con sólo 5, correspondiente al 0.2% del total de proyectos a nivel nacional en dicho período.

² Estudio de Seguimiento de Evaluación de los Resultados de la Ley 18.450, en el periodo de 1986 a 1996. Agraria Ltda. 1999.

Dada esta realidad, la Región no tuvo antecedentes suficientes para ser incluida en el análisis y seguimiento de la Ley de Fomento.

En función de lo señalado, se puede afirmar que el uso de los beneficios de la Ley de Fomento es una tarea pendiente en la Región, pues a pesar de que el potencial agrícola es limitado, y la situación relativa respecto a otras regiones es de desventaja, en cuanto a calidad de suelos y disponibilidad de aguas, se podría utilizar este instrumento a través de concursos especiales dirigidos o algún mecanismo equivalente.

4.4 Aspectos Ambientales

El manejo de los suelos en las condiciones desérticas requiere de un cuidado especial (técnicas y métodos de riego adecuados) para no producir una salinización excesiva de los suelos.

En efecto, existe una reducción de la superficie agrícola y silvoagropecuaria debido principalmente a la pérdida de productividad de los suelos, la escasa y mala calidad de las aguas para riego, la migración campocidad, y finalmente debido a que la agricultura desarrollada en la zona es de subsistencia. La productividad de éstos, está en gran medida ligada a la presencia de sales y elementos tóxicos tales como Boro, Cloruros y Sodio, en cantidades que superan los niveles de tolerancia de las especies vegetales.

Las pérdidas de suelo por erosión, se producen por escurrimiento superficial del agua de lluvia, por la acción del viento y por mala prácticas agrícolas. A modo de ejemplo, para la región de Antofagasta, en un área de 2.681.600 hectáreas estudiadas, aproximadamente 2.400.00 hectáreas se encontraban en estado de erosión grave o moderada y la mayor área erosionada correspondía principalmente a la región altiplánica³.

Si bien es cierto, la calidad de aguas en esta región al igual que en el resto del extremo norte del país, es muy deficiente por su alta salinidad y contenidos altos de sustancias tóxicas para los cultivos en general, en la zona, la agricultura se ha adaptado a este tipo de aguas a través del empleo de cultivos resistentes o aptos para tales condiciones.

Además, es histórica la competencia por el agua entre el sector agrícola y poblaciones prealtiplánicas y el sector minero. La minería ejerce también una fuerte competencia con los sectores agrícolas de las zonas altas, correspondientes principalmente a pequeños agricultores Aymaras.

³ "Fragilidad de los Ecosistemas Naturales de Chile", Instituto Nacional de Investigación de Recursos Naturales, CORFO, 1979.

Desde hace cientos de años, la agricultura había sido el pilar fundamental en el desarrollo cultural, económico, poblacional y de integración con el mundo andino. Sin embargo, en las últimas dos décadas, la economía macrorregional ha tenido una evolución positiva fundamentalmente por el aporte de los sectores pesquero y minero. En la actualidad, la industria minera es una de las principales actividades económicas de la región, con mayor énfasis en la minería cuprífera y la minería no metálica.

Debido a la escasez y mala calidad de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, el agua constituye uno de los principales factores para el desarrollo industrial. El desarrollo de la industria minera y los mayores volúmenes de agua que necesita la empresa sanitaria de Antofagasta, han incrementado las exploraciones para alumbrar recursos hídricos de importancia. Los mayores volúmenes se extraen desde la zona andina, tanto en la cuenca del río Loa, como en la cuenca de San Pedro de Atacama. De esta manera, la actividad industrial entra en fuerte competencia con otros sectores productivos, principalmente con el agrícola.

Por ejemplo, en el caso de la localidad de Quillagua, una parte importante del recurso hídrico que se recibía, ahora es destinado a empresas que usan las aguas del río Loa en sus labores industriales. Esta reasignación de aguas a la minería habría incrementado los índices de salinidad de las aguas de este río, aumentando los niveles de compuesto de Hierro, Arsénico, Boro, entre otros.

En la actualidad, la población rural de San Pedro de Atacama cuenta con una menor cantidad y calidad de recursos hídricos disponibles para riego, debido al aumento de la salinidad y presencia de sales tóxicas para los cultivos agrícolas. Unido a lo anterior, la superficie bajo aprovechamiento agrícola ha disminuido, debido a la migración campo-ciudad, la baja rentabilidad de los cultivos por corresponder a agricultura de subsistencia, la baja productividad de los suelos, entre otros factores.

Por último, cabe adelantar que se requerirá de una adecuada planificación en la explotación de los recursos hídricos del sistema altiplánico y prealtiplánico, en especial en torno de los salares de Atacama, Punta Negra, Aguas Calientes y Pajonales entre otras fuentes de agua, que en su mayoría son alimentados desde de su flanco oriental por aguas de buena calidad provenientes de la Cordillera de Los Andes.

4.5 Cartera de Proyectos de Riego y Drenaje, Segunda Región

4.5.1 Introducción

Para elaborar la cartera de proyectos que se presenta, se ha considerado principalmente la información proporcionada por todos los estudios revisados en

el marco del presente trabajo, antecedentes analizados en el diagnóstico regional elaborado, información proporcionada por la Comisión Regional de Riego (reunión concertada en el presente estudio por el equipo consultor), por la dirección regional de la DOH, información proveniente del proceso presupuestario público para el año 2002 (Fichas SEBI correspondientes) y de la experiencia y conocimiento adquirido por el equipo consultor.

En el caso de proyectos propuestos a través de las fichas SEBI, aunque no hayan recibido aprobación de MIDEPLAN (debido a aspectos de forma y no de contenido) se incluyen por considerarse que corresponden a una necesidad de la región, canalizada en las instituciones públicas correspondientes.

Para la selección de la cartera de proyectos se han considerado obras medianas y mayores. En general, salvo escasas excepciones, no se han considerado obras o proyectos que caen dentro de la Ley 18.450, de pequeños aprovechamientos de agua superficial, mejoramientos de infraestructura específica, aprovechamiento de aguas subterráneas y otros que por sus presupuestos bajos (<12.000 UF para proyectos individuales y <24.000 UF para proyectos colectivos) caen también dentro de dicha ley.

Los estudios básicos o de proyectos seleccionados para esta región son los siguientes:

- Embalse Coyil
- Mejoramiento de canales Ayillos de San Pedro de Atacama
- Mejoramiento Infraestructura del Río Loa
- Mejoramiento Sistemas de Riego de Ayquina, Turi, Caspana y Toconce
- Estudio del Diagnóstico de Obras de Riego en Pueblos del Salar de Atacama

4.5.2 Embalse Coyil

Para este embalse se realizó un estudio de factibilidad que dio como resultado la conveniencia económica de realizarlo. Sin embargo luego fue desechado por razones técnicas, puesto que el sitio resultó no ser geotécnicamente apropiado para el emplazamiento del muro. Estaba dentro de la Cordillera de La Sal y las propiedades geotécnicas del sitio no serían adecuadas para un embalse. Se ubicaba en un tributario del río Grande el que una vez que se une con el río Salado forman el río San Pedro.

Luego en otro trabajo, se visualizó una alternativa de embalse sobre el río Puritama, denominado Guatín, ubicado a unos 20 Km al norte de San Pedro junto al camino que une San Pedro con El Tatio. El muro se ubicaría en la angostura junto al cerro Chaupeloma. La inspección geológica y geotécnica

indicó que el sitio era apropiado para una presa del tipo CFRD, tanto por las características del emplazamiento como por la disponibilidad de materiales. Dicho sitio alternativo a Coyil, también aparece nombrado en un anterior informe de R&Q.

Posteriormente, la DOH desestimó el embalse Guatín pues adujo que el agua tenía mucho Boro, lo que sería cierto en términos relativos, puesto que siempre ha sido así en esa zona y existen cultivos y plantaciones que lo toleran y no son afectadas por el Boro. También se menciona que desde el punto de vista arqueológico es muy vulnerable, ya que está junto a la antigua ruta de los incas que viajaban hacia San Pedro por ese valle. Esto puede ser efectivo, pero no hay ningún estudio que avale cuan rico en arqueología es el sitio ni cuanto se dañaría o habría que rescatar.

Finalmente, de acuerdo con la ficha SEBI del 2002, la DOH ha solicitado fondos FNDR para el presente año y dar inicio a los trabajos para la construcción del embalse Coyil-Guatín. El embalse tendría una capacidad 5,6 millones de m³. Las obras más importantes del proyecto, además del embalse son: el bypass del río Salado; el canal alimentador y las obras de mejoramiento de la infraestructura de la zona de riego, consistentes en bocatomas definitivas para los canales La Patilla, Tambillo y Bellavista. Un total de 890 m de revestimiento del canal matriz San Pedro y 3.255 m en los canales derivados Silo, Paxa, Larache y Amancay, más 56 compuertas de distribución en esos canales de riego. El costo estimado por la DOH sería de \$1.270 millones.

Existe gran interés de los regantes, quienes han participado activamente en la etapa anterior del proyecto de prefactibilidad y actual de diseño. Además, por estar ubicado cerca de Calama y en zona turística, permite tener mercados principales, logrando impactos positivos en la zona, beneficiándose unas 800 há y generando nuevas fuentes de trabajo a través del desarrollo de la agricultura. Esta obra permitiría elevar significativamente la seguridad de riego de la zona beneficiada, lo que por su parte permite diversificar la agricultura, incorporando cultivos de rentabilidad superior y con mejores perspectivas. Ambas cosas asociadas permitirían dejar atrás la agricultura tradicional y mejorar el nivel de ingreso de los beneficiados.

De acuerdo con lo señalado cabría estudiar con detención los sitios de embalse para elegir el más apropiado y mantener las expectativas de desarrollo del sector.

4.5.3 Mejoramiento de Canales Ayillos de San Pedro de Atacama

De acuerdo con lo postulado por la DOH para el 2002, se trataría del diseño (ingeniería de detalles) de la red de canales secundarios del sistema de regadío de San Pedro de Atacama en una longitud estimada de 30.800 m de

un canal existente en tierra ubicados al interior de los Ayillos de Sequitor, Yaye, Checar, Catarpe, Cuchabrachi, Conde Duque, Huachar, Tolor, Poconce, Beter y el fortalecimiento de las organizaciones de usuarios con el principal énfasis en la operación, conservación y mantenimiento de las obras de riego.

La situación agropecuaria actual es deficiente debido principalmente a factores como: baja seguridad de riego (25-35%), carencia de mano de obra, escasez y mala calidad del recurso hídrico, falta de capacitación e información y falta de apoyo necesario para lograr una eficiente comercialización. La grave depreciación socioeconómica de la población se debe a un estancamiento de alternativas de nuevos cultivos.

Este estudio de diseño debiera ser realizado durante el presente año con financiamiento FNDR. A la fecha aparentemente estaría a nivel de idea o perfil básico en la DOH regional.

No existen antecedentes de evaluación económica de estudios previos conocidos o citados en la ficha de solicitud de inversión (EBI).

4.5.4 Mejoramiento Infraestructura del Río Loa

En las zonas agrícolas del valle del río Loa se desarrolla la agricultura tradicional con serias limitaciones por el alto contenido salino tanto de las aguas como de los suelos.

En esas circunstancias el proyecto consiste en un conjunto de obras de mejoramiento de la infraestructura de riego que permiten mejorar la eficiencia en la distribución y conducción de las aguas, así como disminuir las pérdidas por filtraciones en los canales.

Este es un proyecto que se ha estado ejecutando desde hace varios años. En la actualidad se ha ejecutado un 67% de lo proyectado originalmente, siendo la localidad de Lasana la con mayor déficit, faltando por ejecutar 14.000 m de revestimiento de canal. En Calama está casi en un 100% y en Chiu Chiu en un 84%.

El costo total del proyecto asciende a 1.624,311 millones de pesos. Para el presente año se han solicitado 105,780 millones de pesos y para los años restantes 317,340 millones de pesos.

No hay indicadores económicos conocidos o señalados por la institución responsable (DOH).

4.5.5 Mejoramiento Sistemas de Riego de Ayquina, Turi, Caspana y Toconce

Corresponden a proyectos que por sus montos podrían ser presentados a la Ley 18.450 (inferiores a 12.000 UF). Sin embargo, por su alta importancia para mejorar las condiciones limitadas de las poblaciones afectadas, a continuación se presenta un comentario breve de ellos y sus correspondientes costos. Debiera tenerse en cuenta la posibilidad que el financiamiento de ellos provenga del sector público.

En el caso de Ayquina, Turi, Caspana y Toconce los beneficiados son los pueblos ubicados al noreste de la ciudad de Calama que son unos de los pueblos más deprimidos desde el punto de vista socioeconómico, especialmente por la fuerte emigración de su población. Los principales factores de ello son: deficiente infraestructura de riego a nivel extra predial, carencia de mano de obra, mal manejo y escasez de recursos hídricos, falta de obras de acumulación de agua, falta de implementación de maquinaria adecuada, falta de información y capacitación, falta de apoyo necesario para lograr una comercialización eficiente.

Los proyectos en concreto consisten de:

Para Ayquina-Turi: reparación estanque San Isidro, revestimiento de sector intermedio y mejoramiento de trazado del canal San Isidro, incorporando entregas prediales faltantes y reparación y construcción de revestimientos en el canal Vertientes Chañaral.

Para Caspana: revestimiento de algunos intermedios y finales de los canales derivados de Quito y Caspana y prolongación hacia aguas arriba, construcción de sección de aforos para Canal Matriz Caspana y reparación y ampliación del estanque de cabecera Canal Caspana.

Para Toconce: revestimiento de algunos sectores intermedios y finales del canal Toconce, construcción de sección de aforo para canal Toconce y reparación y ampliación de su estanque acumulador.

Los costos de cada proyecto son los siguientes:

Ayquina-Turi :	140 millones de pesos.
Caspana: :	110 millones de pesos.
Toconce :	60 millones de pesos.

4.5.6 Estudio del Diagnóstico de Obras de Riego en Pueblos del Salar de Atacama

Los sistemas de regadío del sector son muy antiguos. A través del tiempo se han ido mejorando mediante diversos medios, los cuales han sido insuficientes, por lo tanto, los sistemas no funcionan óptimamente y como consecuencia de ello se producen importantes pérdidas por conducción, que conllevan a no aprovechar integralmente el recurso agua. Como consecuencia de lo anterior, los agricultores no pueden incorporar nuevos cultivos que les permita una mayor rentabilidad, además se produce paulatinamente una disminución de las áreas agrícolas. Asimismo los recursos de agua que han sido aprovechados ancestralmente se han visto disminuidos por distintos efectos, tales como: disminución de las lluvias durante el invierno altiplánico, disminución de precipitaciones sólidas durante el invierno, etc.

El estudio, planteado por la DOH para financiamiento en el presente año, se refiere a:

- diagnóstico de las obras existentes en los sistemas de regadío y estado actual de ellas
- descripción de las zonas agrícolas señalando distribución de los cultivos, sistemas y métodos de riego, recursos disponibles, sistemas de turnos, etc.
- estudio y diagnóstico de las necesidades de cada pueblo.
- determinación de las necesidades de revestimiento de los canales existentes con alternativas de trazado que permita optimizar al máximo el recurso agua, aumentando la eficiencia en la conducción.

Los montos solicitados son 80 millones de pesos, necesarios para llevar a cabo el estudio.

4.5.7 Resumen de la Cartera de Proyectos Propuestos

En el presente capítulo se entrega un resumen de la cartera de proyectos propuestos en el punto anterior. Se presentan en un cuadro con una síntesis de la información más importante para cada proyecto, como:

- Nombre
- Ubicación
- Descripción breve
- Superficie de riego asociada
- Indicadores económicos
- Situación actual del proyecto

En el Cuadro 4.5-1 se entrega la síntesis de los proyectos para la presente región.

Cuadro 4.5-1
Síntesis de Proyectos II Región

NOMBRE PROYECTO	UBICACIÓN Y/O ÁREA DE INFLUENCIA				DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	SUP. DE RIEGO	INDICADORES ECONOMICOS				SITUACIÓN ACTUAL
	REGION	COMUNA	SECTOR	CUENCA			[HÁS]	COSTO	VAN	TIR	
Embalse Coyil. Reemplazado por proyectos de reparaciones de 6 canales del río San Pedro y un canal y 6 tranques del río Vilama.	II			Río San Pedro	Se han estudiado varias alternativas hasta el momento (principalmente Coyil, Guatil) , falta la definición exacta del sitio de embalse y su diseño.	Aprox. 800 há.	\$1.270.000.000 (\$1.800.000.000)	S/D	S/D	Ficha EBI-DOH, 2001	DOH solicitó para el 2002 fondos para terminar el diseño e iniciar la construcción de la obra
Canales Ayllos de San Pedro de Atacama	II	San Pedro de Atacama	San Pedro de Atacama	Río San Pedro	Diseño (ingeniería de detalles) de la red de canales secundarios del sistema de riego de San Pedro de Atacama en una longitud estimada de 30.800 m de un canal existente en tierra ubicado al interior de los Ayllos de Sequitor, Yaye, Checar, Catarpe, Cuchabrachi, Conde Duque, Huachar, Tulor, Poconce, Beter y el fortalecimiento de las organizaciones de usuarios con el principal énfasis en la operación, conservación y mantenimiento de las obras de riego		S/D	S/D	S/D	DOH-EBI, 2001	DOH solicitó para el 2002 fondos para el diseño de los canales
Estudio del diagnóstico de obras de riego en pueblos del Salar de Atacama	II		Salar de Atacama	Salar de Atacama	Estudio para el: - diagnóstico de las obras existentes en los sistemas de riego y estado actual de ellas - Zonas agrícolas con distribución de los cultivos, sistemas y métodos de riego, recursos disponibles, sistemas de turnos, etc. - Diagnóstico de las necesidades de cada pueblo. - determinación de las necesidades de revestimiento de los canales existentes, aumento de eficiencia en la conducción		\$80.000.000.-	S/D	S/D	DOH, 2001	DOH solicitó para el 2002 fondos para el estudio

Cuadro 4.5-1
Síntesis de Proyectos II Región

NOMBRE PROYECTO	UBICACIÓN Y/O ÁREA DE INFLUENCIA				DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	SUP. DE RIEGO [HÁS]	INDICADORES ECONOMICOS				SITUACIÓN ACTUAL
	REGION	COMUNA	SECTOR	CUENCA			COSTO	VAN	TIR	Fuente	
Mejoramiento infraestructura del río Loa, de sistemas de riego de Ayquina-Turi, Caspana y Toconce	II	varias	Lasana, Chiu-Chiu, Calama	Río Loa	Río Loa: El proyecto consiste en un conjunto de obras de mejoramiento de la infraestructura de riego que permitan mejorar la eficiencia en la distribución y conducción de las aguas, así como disminuir las pérdidas por filtraciones en los canales. Otros: reparación estanques de cabecera, mejoramientos de trazados, revestimientos en estos 3 sistemas.		\$1.624.311.000 \$140.000.000 \$110.000.000 \$60.000.000	S/D	S/D	DOH-EBI, 2001	En la actualidad se ha ejecutado un 67% de lo proyectado originalmente, siendo la localidad de Lasana la con mayor déficit, faltando por ejecutar 14.000 m de revestimiento de canal. En Calama está casi en un 100% y en Chiu Chiu en un 84%. No hay financiamiento para los 3 últimos

4.6 Conclusiones del Diagnóstico

4.6.1 Superficies de Riego en la Región

a. Superficie Actual de Riego en la Región

A continuación se presentan las superficies de riego a nivel regional, determinadas a partir, tanto de antecedentes del VI Censo Nacional Agropecuario, que corresponde a la superficie de riego del año 96-97, así como de los catastros de usuarios de la DGA y otras fuentes de información, incorporados al SIG-CNR.

De acuerdo a antecedentes entregados por ODEPA, que han sido procesados a partir del VI Censo Nacional Agropecuario, las superficies de Riego en la II Región durante el año 96-97 fueron las señaladas en el cuadro siguiente.

CUADRO 4.6.1-1
SUPERFICIE REGADA EN LA II REGIÓN (Há)

Fuente: ODEPA, A PARTIR DEL VI CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 96-97

Provincia	Sistema de Riego			Total (Há)
	Gravitacional	Mecánico Mayor	Micro riego	
Tocopilla	23	0	0	23
El Loa	2.871	0	43	2.914
Antofagasta	3	19	3	25
Total (Há)	2.897	19	46	2.962

Por otro lado, de acuerdo a la información de la DGA, contenida en los catastros de usuarios, se tiene lo siguiente. De un total de 204 canales, se cuenta con información de 182, lo que representa el 89,2% del total. Dicha información es la que se resume en el cuadro siguiente.

CUADRO 4.6.1-2
SUPERFICIE REGADA EN LA II REGIÓN (Há)
Fuente: CATASTROS DE USUARIOS DGA

Provincia	Superficie (Há)
Tocopilla	53
El Loa	2.925
Antofagasta	0
Total (Há)	2.978

A nivel de cuencas, se tiene lo siguiente.

CUADRO 4.6.1-3
SUPERFICIE REGADA EN LA II REGIÓN (Há)
Fuente: SIG-CNR – Infraestructura de Riego

Cuenca	Superficie (Há)
Loa	1.515
Salar de Atacama	1.473
Otras	0
Total (Há)	2.988

b. Superficies Actualmente Regadas con Seguridad 85%

En primer término es importante señalar que las superficies indicadas en este acápite han sido determinadas a partir de la información recopilada e incorporada al SIG-CNR, y por lo tanto, son cifras susceptibles de ser ajustadas en la medida que las bases de datos correspondientes sean complementadas y actualizadas en el tiempo.

En el contexto del VI Censo Nacional Agropecuario, la forma en que se planteó la pregunta respecto de la superficie regada, no fue la más adecuada pues dado que el año 96/97 fue el último de un período de 4 años secos, en vez de averiguar la superficie promedio de riego del último tiempo, se preguntó por la superficie regada sólo en ese año, lo que representa una cifra menor a la superficie total de riego promedio de los últimos años, especialmente en la zona centro sur del país, donde el efecto de la sequía fue muy marcado. No obstante lo anterior, se estima que la información del VI Censo Nacional Agropecuario, en algunos casos, es bastante aproximada a la superficie de riego asociada a seguridad 85%. En otros casos, específicamente donde se registran cifras menores a las registradas en los antecedentes de los Catastros de Usuarios de la DGA, se ha considerado más válida esta última fuente. En cualquiera de los casos, se indica en el texto cuál ha sido la superficie adoptada.

En función de los antecedentes disponibles respecto de las superficies de uso agrícola en la región, de la infraestructura de riego y de la disponibilidad de recursos para riego, se ha estimado la superficie actualmente regada con seguridad 85% en 2.978 Há, que corresponde a la información de los Catastros de Usuarios de la DGA y que es prácticamente equivalente a la determinada por cuencas a través del uso del SIG-CNR.

c. Superficies Potencialmente Regables con Seguridad 85%

Las superficies potencialmente regables con seguridad 85% no son muy superiores a las actualmente regadas dado que los proyectos en carpeta apuntan principalmente a mejoramientos de los sistemas de riego existentes y no a la construcción de nuevas obras que permitan incrementar la superficie regada.

Sólo cabría considerar la mayor disponibilidad de aguas de riego que pudiese lograrse al incorporar el uso de aguas servidas tratadas, lo que debe ser sometido a un análisis técnico-económico para establecer su factibilidad.

La superficie potencialmente regable con seguridad 85% es del orden de las 3.800 Há.

4.6.2 Problemas que Afectan la Actividad Agropecuaria Regional

a. Problemas Generales

De acuerdo con el diagnóstico precedente sobre la problemática del riego y drenaje en la región y de sus temas relacionados, se han identificado, a nivel general, diversos problemas que permiten afirmar lo siguiente.

La II Región es una de las más extensas del país, sin embargo gran parte de su superficie corresponde a zona desértica, que además corresponde a uno de los lugares más secos del planeta, el Desierto de Atacama.

La baja rentabilidad agrícola generalizada en la región da origen a una agricultura que sólo tiene características de actividad de subsistencia.

Las características climáticas de la región no permiten el desarrollo de explotaciones agropecuarias de interés en condiciones de secano. Si se suma este hecho a la escasa de disponibilidad de recursos hídricos, se concluye que el panorama de la actividad agrícola no es muy auspicioso.

La actividad económica preponderante ha sido la minería, especialmente la cuprífera y no metálica, siendo la agricultura una actividad que ha estado ligada a la subsistencia de las poblaciones andinas así como a satisfacer las necesidades de los escasos centros urbanos de la Región.

El río Loa, principal curso de agua de la Región, tiene una fluvimetría escasa y sus recursos son de calidad físico-química deficiente. No obstante, permite la existencia de los oasis de Lasana, Chichiu, Calama y Quillagua, donde se riegan en conjunto unas 1600 Há de diversos cultivos.

La escasez de los recursos hídricos y la competencia por su uso, entre el abastecimiento de la población, la minería y la agricultura, ha generado una situación muy desfavorable para el desarrollo de actividades agrícolas, pues la primera prioridad es el abastecimiento doméstico, luego la minería, que no sólo consume volúmenes importantes, sino que también contribuye al deterioro de la calidad de los caudales que quedan disponibles para riego.

b. Problemas Específicos

- Río Loa y Sector Calama

- Los suelos presentan mala calidad, debido a los altos contenidos salinos y de boro.
- Las aguas superficiales son escasas, lo que además se ve agravado por la competencia con la minería. Esto podría atenuarse con el uso de aguas servidas tratadas.
- La calidad de las aguas superficiales presenta un deterioro acelerado en el tiempo. Así por ejemplo, en Quillagua se registraba una TSD de 4.500 ppm en 1974, en tanto que en el 2000 superó los 15.000 ppm.
- La situación descrita de los recursos hídricos ha generado una disminución obligada de las áreas agrícolas en zonas prealtiplánicas, a pesar de existir una clara cultura de riego.
- También existen problemas de riego – drenaje – salinidad, a consecuencia del riego ineficiente que se aplica.

- San Pedro de Atacama

- La calidad del agua utilizada en riego es deficiente, sobretudo con ocasión de crecidas que diluyen sales de suelos cercanos a las riberas de los cauces. Esto se da especialmente en el río Salado, que luego de la confluencia con el río Grande dan origen al río San Pedro.
- Se producen grandes pérdidas por conducción y aplicación del agua de riego, por corresponder a suelos arenosos y por deterioro en la condición de los canales.
- Las organizaciones de usuarios se presentan débiles, por lo que requieren adquirir conciencia de la necesidad de una buena operación, conservación y mantenimiento de los canales.

- **Otros sistemas incluidos pueblos del Salar de Atacama**
- Pérdidas por conducción en canales por falta de mantenimiento.
- Disminución aparente de recursos hídricos por tendencias hidrológicas históricas y por explotación de napas cercanas de parte de la minería, lo que deprime los niveles y en algunos casos impide afloramientos naturales de aguas subterráneas.

4.6.3 Estrategias de Acción Indicativas

Antes que nada debe señalarse que la estrategia de acción que aquí se propone, es de carácter indicativa, y en general debiera estar supeditada a la estrategia de desarrollo regional que los propios actores y autoridades determinen en esta región.

Se debe definir por parte de la autoridad cuál es el enfoque que se le espera dar a la región. Dado que las condiciones son adversas para la agricultura y favorables para la minería, pudiera pensarse en una región exclusivamente minera, o bien el Estado invierte y subsidia para mantener la agricultura de subsistencia.

Para ello es condición necesaria que se defina, como política de estado, qué se espera de la actividad productiva en la región y cómo se compatibiliza eso con la realidad social y étnica existente en la región.

Mientras tanto, se debe mejorar la eficiencia en el uso del agua de riego, sobretodo en los pequeños oasis y ayillos, mediante la implementación de medidas que permitan optimizar el manejo de los sistemas de riego, como por ejemplo la capacitación y fortalecimiento de las organizaciones de usuarios.

4.6.4 Posibilidades de Desarrollo del Riego y Nuevas Obras

En esta región se han identificado las siguientes obras que serían de interés para ser construidas o mejoradas, según se indica a continuación:

- Construcción de Embalse Coyil
- Mejoramiento de canales Ayillos de San Pedro de Atacama
- Mejoramiento Infraestructura del Río Loa
- Mejoramiento Sistemas de Riego de Ayquina, Turi, Caspana y Toconce

Embalse Coyil

Para este embalse se realizó un estudio de factibilidad que dio como resultado la conveniencia económica de realizarlo. Sin embargo luego fue desechado por razones técnicas, puesto que el sitio resultó no ser geotécnicamente apropiado para el emplazamiento del muro. Estaba dentro de la Cordillera de La Sal y las propiedades geotécnicas del sitio no serían adecuadas para un embalse. Se ubicaba en un tributario del río Grande el que una vez que se une con el río Salado forman el río San Pedro.

Luego en otro trabajo posterior, se visualizó una alternativa de embalse sobre el río Puritama, denominado Guatín, ubicado a unos 20 Km al norte de San Pedro junto al camino que une San Pedro con El Tatio. El muro se ubicaría en la angostura junto al cerro Chaupeloma. La inspección geológica y geotécnica indicó que el sitio era apropiado para una presa del tipo CFRD, tanto por las características del emplazamiento como por la disponibilidad de materiales.

Posteriormente, la DOH desestimó el embalse Guatín pues adujo que el agua tenía mucho Boro. También se menciona que desde el punto de vista arqueológico es muy vulnerable, ya que está junto a la antigua ruta de los incas que viajaban hacia San Pedro por ese valle.

Finalmente, de acuerdo con la ficha EBI del 2002, la DOH ha solicitado fondos FNDR para el presente año y dar inicio a los trabajos para el diseño definitivo y la construcción del embalse Coyil o Guatín.

Mejoramiento de Canales Ayillos de San Pedro de Atacama.

De acuerdo con lo postulado por la DOH para el 2002, se trataría del diseño (ingeniería de detalles) de la red de canales secundarios del sistema de regadío de San Pedro de Atacama en una longitud estimada de 30.800 m de un canal existente en tierra ubicado al interior de los Ayillos de Sequitor, Yaye, Checar, Catarpe, Cuchabrachi, Conde Duque, Huachar, Tular, Poconce, Beter y el fortalecimiento de las organizaciones de usuarios con el principal énfasis en la operación, conservación y mantenimiento de las obras de riego.

Este estudio de diseño debiera ser realizado durante el presente año con financiamiento FNDR. A la fecha aparentemente estaría a nivel de idea o perfil básico en la DOH regional.

Mejoramiento Infraestructura del río Loa.

En las zonas agrícolas del valle del río Loa se desarrolla la agricultura tradicional con serias limitaciones por el alto contenido salino tanto de las aguas como de los suelos.

En esas circunstancias el proyecto consiste en un conjunto de obras de mejoramiento de la infraestructura de riego que permiten mejorar la eficiencia en la distribución y conducción de las aguas, así como disminuir las pérdidas por filtraciones en los canales.

Este es un proyecto que se ha estado ejecutando desde hace varios años. En la actualidad se ha ejecutado un 67% de lo proyectado originalmente, siendo la localidad de Lasana la con mayor déficit, faltando por ejecutar 14.000 m de revestimiento de canal. En Calama está casi en un 100% y en Chiu Chiu en un 84%.

El costo total del proyecto asciende a 1.624,311 millones de pesos. Para el presente año se han solicitado 105,780 millones de pesos y para los años restantes 317,340 millones de pesos.

Estudio del Diagnóstico de Obras de Riego en Pueblos del Salar de Atacama.

Los sistemas de regadío del sector son muy antiguos y las mejoras han sido insuficientes, por lo tanto, los sistemas no funcionan óptimamente y como consecuencia de ello se producen importantes pérdidas por conducción, que conllevan a no aprovechar integralmente el recurso agua. Como consecuencia de lo anterior, los agricultores no pueden incorporar nuevos cultivos que les permita una mayor rentabilidad, además se produce paulatinamente una disminución de las áreas agrícolas. Asimismo los recursos de agua que han sido aprovechados ancestralmente se han visto disminuidos por distintos efectos, tales como: disminución de las lluvias durante el invierno altiplánico, disminución de precipitaciones sólidas durante el invierno, etc.

De acuerdo con lo anterior, es conveniente efectuar un estudio de diagnóstico, que ha sido planteado por la DOH para financiamiento en el presente año 2002, y que se refiere a:

- Diagnóstico de las obras existentes en los sistemas de regadío y estado actual de ellas
- Descripción de las zonas agrícolas señalando distribución de los cultivos, sistemas y métodos de riego, recursos disponibles, sistemas de turnos, etc.
- Estudio y diagnóstico de las necesidades de cada pueblo.
- Determinación de las necesidades de revestimiento de los canales existentes con alternativas de trazado que permita optimizar al máximo el recurso agua, aumentando la eficiencia en la conducción.

5. Lineamientos para una Estrategia de Desarrollo del Sector Agropecuario

La II Región, por sus particulares condiciones de clima, asociado a temperaturas extremas y restricción de recursos hídricos, tiene condicionadas sus posibilidades de desarrollo, tanto agrícola como económico en general, a la disponibilidad de agua, por lo tanto, cualquier estrategia de desarrollo que se plantee para la región debiera tener como una de sus principales preocupaciones la protección de las fuentes y cursos de agua.

En atención a lo señalado es que se han planteado en estudios previos recomendaciones que apuntan a garantizar la existencia del recurso hídrico en sus fuentes y orígenes mediante un plan estricto de protección de cuencas.

Además, existe un documento elaborado por la SEREMI de Agricultura II Región, denominado "Estrategia Regional de Desarrollo Agroproductivo – Segunda Región", en donde se plantea:

- Mejorar la capacidad de acceso al mercado agropecuario de los pequeños productores, considerando sistemas asociativos con rubros de mayor rentabilidad e incorporando valor agregado.
- Mejorar la productividad y producción y de los cultivos actuales y potenciales más rentables de los sectores agrícolas de la II Región, de acuerdo a las exigencias del mercado y criterios de sustentabilidad.
- Abastecer con insumos, maquinaria y servicios silvoagropecuarios prioritarios, eficientes y accesibles para todos los productores de la II Región.
- Mejorar, por parte de los productores, el manejo alimenticio, reproductivo y sanitario del animal en las líneas ganaderas seleccionadas, conforme a las exigencias de mercado, utilizando un manejo sostenible de las praderas.
- Mejorar la captación, almacenamiento, conducción, distribución y uso del agua de riego.
- Proteger las áreas naturales con presencia de nacientes de agua, las formaciones vegetales de interés, tales como tamarugales, vegas, bofedales y las áreas agrícolas y pecuarias.

Por otro lado, y a la luz de los nuevos antecedentes respecto a la disponibilidad de aguas servidas tratadas, para riego u otros usos, que indican que la empresa que maneja el tema en la región (Bewater) tiene contemplado incrementar la oferta de aguas tratadas, se debe considerar la posibilidad de optar a esos recursos para riego, si ello resulta técnica y económicamente factible.

ANEXOS

II REGIÓN

ANEXO 1

ANTECEDENTES FLUVIOMÉTRICOS

**ANEXO 1 - DIAGNÓSTICO DEL RIEGO Y DRENAJE II REGIÓN
RESUMEN DE RESULTADOS ANÁLISIS DE FRECUENCIA II REGION
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)**

**ESTACION N° 7
RIO LOA EN CONCHI**

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT-MAR	ABR-SEP	ANUAL
95%	1,266	1,166	1,432	1,464	1,255	0,989	1,450	1,237	1,424	1,287	1,373	1,345	1,327	1,402	1,398
90%	1,343	1,255	1,491	1,530	1,369	1,130	1,511	1,323	1,495	1,365	1,445	1,415	1,414	1,467	1,469
85%	1,399	1,319	1,533	1,576	1,452	1,237	1,554	1,385	1,545	1,420	1,495	1,464	1,476	1,513	1,519
50%	1,659	1,628	1,722	1,789	1,861	1,813	1,747	1,679	1,775	1,678	1,731	1,690	1,769	1,721	1,750
20%	1,905	1,931	1,892	1,982	2,277	2,472	1,922	1,963	1,987	1,922	1,949	1,898	2,049	1,912	1,963

**ESTACION N° 8
RIO LOA EN YALQUINCHA**

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT-MAR	ABR-SEP	ANUAL
95%	0,940	0,950	1,060	1,160	1,340	1,250	0,990	1,020	0,990	0,980	0,920	0,930	1,160	0,990	1,100
90%	1,080	1,070	1,180	1,310	1,450	1,300	1,110	1,160	1,150	1,150	1,080	1,080	1,290	1,140	1,240
85%	1,190	1,160	1,270	1,430	1,550	1,350	1,210	1,270	1,280	1,290	1,210	1,200	1,390	1,260	1,350
50%	1,810	1,720	1,800	2,040	2,210	1,830	1,820	1,960	2,040	2,090	1,970	1,850	2,000	1,970	2,000
20%	2,540	2,460	2,500	2,740	3,340	2,890	2,680	2,990	3,110	3,140	3,010	2,680	2,790	2,930	2,850

**ESTACION N° 9
CANAL QUILLAGUA EN QUILLAGUA**

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT-MAR	ABR-SEP	ANUAL
95%	0,219	0,187	0,152	0,129	0,091	0,099	0,108	0,172	0,195	0,126	0,190	0,206	0,161	0,198	0,185
90%	0,227	0,194	0,161	0,138	0,108	0,117	0,128	0,195	0,211	0,143	0,203	0,218	0,171	0,212	0,196
85%	0,233	0,198	0,168	0,144	0,121	0,131	0,143	0,212	0,223	0,155	0,213	0,227	0,179	0,221	0,204
50%	0,258	0,220	0,199	0,173	0,195	0,210	0,230	0,304	0,279	0,220	0,260	0,268	0,215	0,266	0,241
20%	0,281	0,239	0,227	0,200	0,287	0,309	0,338	0,408	0,335	0,293	0,306	0,307	0,250	0,310	0,276

**ESTACION N° 10
RIO SAN PEDRO EN CUCHABRACHI**

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT-MAR	ABR-SEP	ANUAL
95%	0,517	0,513	0,473	0,406	0,392	0,441	0,539	0,586	0,632	0,639	0,613	0,570	0,515	0,610	0,576
90%	0,560	0,553	0,522	0,479	0,475	0,505	0,584	0,632	0,673	0,682	0,654	0,614	0,574	0,652	0,625
85%	0,591	0,582	0,558	0,535	0,540	0,554	0,617	0,666	0,703	0,713	0,683	0,645	0,617	0,682	0,661
50%	0,741	0,724	0,741	0,853	0,935	0,818	0,776	0,829	0,843	0,858	0,822	0,796	0,837	0,823	0,835
20%	0,890	0,863	0,932	1,247	1,458	1,123	0,936	0,989	0,977	0,997	0,955	0,944	1,074	0,959	1,009

**ESTACION N° 11
CANAL VILAMA EN VILAMA**

P. exc.	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT-MAR	ABR-SEP	ANUAL
95%	0,221	0,223	0,221	0,215	0,213	0,214	0,223	0,223	0,222	0,224	0,224	0,223	0,221	0,224	0,223
90%	0,222	0,224	0,222	0,218	0,216	0,217	0,224	0,224	0,223	0,225	0,225	0,224	0,222	0,224	0,224
85%	0,223	0,224	0,223	0,220	0,219	0,219	0,224	0,225	0,224	0,226	0,225	0,225	0,223	0,225	0,225
50%	0,226	0,226	0,227	0,228	0,230	0,228	0,227	0,227	0,228	0,228	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227
20%	0,229	0,228	0,230	0,235	0,239	0,235	0,229	0,230	0,231	0,229	0,229	0,229	0,231	0,229	0,229

ANEXO 2

DIAGNÓSTICO DE LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS PARA RIEGO

INDICE

1	DIAGNOSTICO SOBRE LA REUTILIZACION DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS PARA RIEGO	A2-1
1.1	MARCO LEGAL VIGENTE	A2-1
1.1.1	REGULACIÓN Y FISCALIZACIÓN SOBRE LA DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	A2-3
1.2	ANTECEDENTES SOBRE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA II REGIÓN..	A2-5
1.2.1	Empresa de Servicios Sanitarios de Antofagasta	A2-5
1.2.1.1	Antofagasta.....	A2-5
1.2.1.2	Mejillones	A2-6
1.2.1.3	Calama.....	A2-7
1.2.1.4	Tocopilla.....	A2-7
1.2.1.5	Tal-Tal.....	A2-8
1.2.2	Empresa de Servicios Sanitarios Playa Brava S.A	A2-8
1.3	DIPONIBILIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS.....	A2-10
1.4	RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	A2-12

1 DIAGNOSTICO SOBRE LA REUTILIZACION DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS PARA RIEGO

1.1 MARCO LEGAL VIGENTE

A continuación, se entrega un análisis de los aspectos legales relativos a las obligaciones de las empresas sanitarias de tratar las aguas residuales generadas dentro de su territorio operacional, así como del uso que les puede dar luego del. Además, se establecen los requerimientos para la disposición final de las aguas residuales en términos de su calidad físico-química y bacteriológica y lugar de disposición.

En primer término, cabe hacer presente que la Ley N° 18.777, en su artículo 3°, autoriza al estado para desarrollar actividades empresariales en materia de agua potable y alcantarillado y dispone la constitución de las empresas de servicios sanitarios: Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias S.A. y Empresa de Obras Sanitarias de Valparaíso S.A., empresas del tipo Sociedad Anónima, en que el estado tiene participación por medio de CORFO. El objetivo de las empresas sanitarias constituidas, según el Artículo 2° de dicha Ley, será “distribuir y producir agua potable; recolectar, tratar y evacuar las aguas servidas y realizar las demás prestaciones relacionadas con dichas actividades, en la forma y condiciones que establezca esta Ley y las demás normas que les sean aplicables”. De igual forma, la Ley N° 18.885, en su artículo 2°, dispone la constitución y establece el objetivo de las siguientes sociedades anónimas: Empresa de Servicios Sanitarios de Tarapacá S.A., Empresa de Servicios Sanitarios de Antofagasta S.A., Empresa de Servicios Sanitarios de Atacama S.A., Empresa de Servicios Sanitarios de Coquimbo S.A., Empresa de Servicios Sanitarios del Libertador S.A., Empresa de Servicios Sanitarios del Maule S.A., Empresa de Servicios Sanitarios del Bío Bío S.A., Empresa de Servicios Sanitarios de la Araucanía S.A., Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos S.A., Empresa de Servicios Sanitarios de Aysén S.A. y Empresa de Servicios Sanitarios de Magallanes S.A.

De esta forma, corresponde a las empresas sanitarias, por disposición legal, la concesión del tratamiento de aguas servidas generadas dentro de su territorio operacional, de lo cual emana su obligación de cumplir con dicho tratamiento.

En la parte final del artículo 3° del D.F.L. N° 382, de 1989, del Ministerio de Obras Públicas, que contiene la Ley General de Servicios Sanitarios, se establece que: “Se entiende por disposición de aguas servidas a la evacuación de éstas en cuerpos receptores, en las condiciones técnicas y sanitarias establecidas en las normas respectivas, o en sistemas de tratamiento”.

Por el hecho de constituir el tratamiento de las aguas residuales uno de los aspectos de la concesión sanitaria, se faculta a las empresas sanitarias a cobrar a los usuarios del servicio por dicho concepto. El estudio tarifario presentado por una empresa sanitaria a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) deberá abordar dicho aspecto para ser incorporado a las tarifas aprobadas por dicha entidad. Por tal razón, en el punto 2.6 del Decreto N° 64, de 1995, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, entidad que actualmente aprueba las fórmulas tarifarias para obtener los precios unitarios y cargos fijos aplicables al suministro de agua potable y al servicio de alcantarillado, se establece la normativa que regula el incremento de la variable CV8, cargo variable por tratamiento de aguas servidas recolectadas en el territorio operacional. En cuanto a la disposición de las aguas servidas, debe destacarse que el artículo 61 del D.F.L. N° 382, de 1982, del Ministerio de Obras Públicas, que norma esta situación, establece para los efectos de lo dispuesto en el Título V del Código de Aguas, que trata de los derrames y drenajes de aguas, lo siguiente: “entiéndese que los prestadores de los servicios sanitarios abandonan las aguas servidas cuando éstas se evacúan en las redes o instalaciones de otro prestador o se confunden con las aguas de un cauce natural o artificial, salvo que exista derecho para conducir dichas aguas por tales cauces, redes o instalaciones”. Por tanto, mientras no se produzca una entrega efectiva de las aguas servidas en un cauce natural o artificial, red o instalación de otro prestador, dichos recursos siguen siendo de propiedad de la sanitaria y no existe obligación legal alguna de abandonar dichas aguas, tratadas o no, en un determinado punto físico, pudiendo así, decidir libremente sobre la oportunidad, condiciones y lugar de la descarga.

Si bien en la actualidad, ocurre que las aguas servidas en algunos casos son evacuadas hacia cauces naturales incrementando su caudal, esto no otorga derecho alguno a terceros que pudieran beneficiarse con la existencia de estos recursos, aún cuando esta situación se mantuviera durante largo tiempo, aplicándose al respecto las normas de los artículos 54 y 55 del Código de Aguas.

Si una empresa sanitaria decide ofrecer las aguas tratadas a terceros, para su empleo en regadío o en otros usos distintos del consumo humano, podrá fijar un precio de venta o entrar en negociaciones con interesados que sean titulares de derechos de aprovechamiento, para permutar estos derechos por determinados volúmenes de aguas tratadas. Esto resulta de suma conveniencia para los usuarios, considerando que la producción de aguas depuradas constituye un caudal permanente y constante.

En el caso que una empresa sanitaria cobre por concepto de comercialización de aguas tratadas, descontará directamente de la tarifa a los usuarios el total, una parte o fracción importante del ingreso percibido por la venta de aguas servidas. De hecho, en su estudio tarifario presentado a la SISS se deberán incorporar como ingresos los capitales percibidos por la comercialización de las

aguas tratadas, lo que se reflejará en una disminución de las tarifas a los usuarios. Es debido a esto, que la alternativa más interesante para una empresa sanitaria consistiría en el intercambio de volúmenes de agua tratada por derechos de agua constituidos, de modo de generar nuevas fuentes producción de agua potable, dentro de un marco de creciente aumento de su demanda versus un limitado acceso a nuevas fuentes y sus derechos.

1.1.1 REGULACIÓN Y FISCALIZACIÓN SOBRE LA DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

Actualmente la SISS exige a las empresas sanitarias que la disposición final de las aguas residuales cumpla con los requisitos establecidos en la Norma Chilena Oficial 1333 Of 78 sobre Requisitos de Calidad del Agua Para Diferentes Usos, la cual señala “El vaciamiento de residuos a masas o cursos de agua deberá ajustarse a los requerimientos de calidad especificados para cada uso, teniendo en cuenta la capacidad de autopurificación y dilución del cuerpo receptor, de acuerdo a estudios que efectúe la autoridad competente, en cada caso particular.”

En esta Norma, además, se establecen los límites aceptados para parámetros químicos y bacteriológicos de las aguas usadas para riego. A este respecto, es importante establecer que, para la aprobación de los Planes de Desarrollo, la SISS exige que las empresas sanitarias incorporen en ellos un análisis de las descargas que generan y su incidencia en la masa de agua o curso receptor, y, en caso que se requiera el tratamiento de las aguas residuales, éste debe quedar claramente especificado en el Plan de Desarrollo, así como su año de implementación.

Debido a la escasa capacidad de dilución de los cauces receptores de las aguas residuales, en la gran mayoría de los casos las empresas sanitarias requerirán la implementación de sistemas de tratamiento si aún no operan con ellos. Actualmente, la SISS solicita que las obras pertinentes se incorporen en los programas de inversión antes del año 2005, y que los Planes de Desarrollo tengan un horizonte de previsión de 15 a 20 años y sean actualizados cada 5 años.

En cuanto a la obligatoriedad de las empresas sanitarias de cumplir lo estipulado en su Plan de Desarrollo, el D.F.L. N° 382, “Ley General de Servicios Sanitarios”, en su artículo 26 establece que: “El Presidente de la República, en base a un informe técnico elaborado por la entidad normativa, podrá declarar caducadas las concesiones que se encuentren en explotación... si la concesionaria no cumple el Plan de Desarrollo...”. Asimismo, la Ley N° 18.902 establece una multa de “cincuenta y una a diez mil unidades tributarias anuales cuando se trate del incumplimiento del programa de desarrollo a que se refiere el artículo 14 del decreto con fuerza de ley N° 382, de 1988, del Ministerio de Obras Públicas”.

Las descargas de aguas servidas de las empresas sanitarias deben cumplir con lo estipulado en la “Norma Para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Superficiales”, la cual establece límites máximos permitidos para descargas de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales, con y sin capacidad de dilución; a cuerpos de agua lacustres, y, a cuerpos de agua marinos, dentro y fuera de la zona de protección litoral. El punto 5.2.4 de la Norma señala que “Para los establecimientos de servicios sanitarios que, a la fecha de entrada en vigencia de la presente Norma, tengan su concesión formalizada mediante decreto supremo, conforme al D.F.L. MOP 382/88, el plazo de cumplimiento de esta Norma será el consultado para la construcción del sistema de tratamiento de aguas servidas en el cronograma de inversiones incluido como parte integrante del mencionado decreto de formalización”. Sobre esta base, las empresas deberán contemplar alternativas de tratamiento que, al materializarlas, cumplan con las exigencias que establece la nueva Norma. En aquellos casos en que las descargas de las empresas sanitarias ya cuenten con un tratamiento, éste se deberá ajustar a los nuevos requerimientos establecidos para las descargas.

De acuerdo a la Ley 13.333, los límites establecidos para una descarga de aguas residuales cuyo cauce receptor no tenga la capacidad de dilución suficiente, un tratamiento por lagunas de estabilización basta para ajustarse a lo estipulado en dicha ley. En cambio, en la Norma mencionada, publicada recientemente (2001), se elevan los requisitos establecidos del tratamiento a utilizar, por lo que, en muchos casos, las empresas sanitarias se verán en la necesidad de modificar los tratamientos existentes y/o implementar otro, y, en el caso de los proyectos, verificar que ellos se ajusten a las nuevas exigencias.

1.2 ANTECEDENTES SOBRE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA II REGIÓN.

Para realizar la recopilación de antecedentes sobre aguas residuales generadas en la II Región de Antofagasta, se recurrió a los Planes de Desarrollo presentados a la SISS por las empresas sanitarias presentes en la región.

En particular se encuentra la Empresa de Servicios Sanitarios De Antofagasta, ESSAN S. A, la cual está a cargo de 5 localidades en la zona, y la Empresa de Servicios Sanitarios Playa Brava S.A., la cual dota de sus servicios al balneario del mismo nombre.

Se detallarán en este punto, los caudales generados y se estipulará además aquellos que cuentan con tratamiento o en su defecto está proyectado dentro del plan de inversión. En cuanto a los caudales entregados, es relevante que éstos correspondan al caudal medio más la infiltración generada por la napa freática, dado que corresponderán a los caudales de diseño u operación de las plantas de tratamiento según sea el caso. Si no se cuenta con la información de dichos caudales se entregarán los antecedentes recopilados sobre los mismos, haciendo referencia a los factores que contempla.

1.2.1 EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DE ANTOFAGASTA

La Empresa de Servicios Sanitarios de Antofagasta S.A. (ESSAN S.A.), dota de sus servicios a las localidades de Antofagasta, Mejillones, Calama, Tocopilla y Tal-Tal.

1.2.1.1 Antofagasta

De acuerdo a los antecedentes aportados por el Plan de Desarrollo, vigente desde marzo de 1992, la ciudad de Antofagasta contaba con 7 descargas directas al mar, un emisario de 300 m de longitud y una planta de tratamiento. Se estipuló la construcción de las obras necesarias para disponer las aguas residuales mediante tres emisarios submarinos con tratamiento preliminar además de la planta de tratamiento existente.

La planta existente de tratamiento de aguas residuales trata una pequeña parte de las aguas generadas en Antofagasta, en particular esta diseñada para un caudal de 120 l/s y operaba a 50 l/s, dado que su efluente es utilizado para riego e industria y no existía mas demanda por el mismo.

De acuerdo a los antecedentes aportados por la empresa concesionaria del tratamiento (Bywaters y Asociados), en mayo de 2001, la planta tratamiento trata entre 45-50 l/s los cuales son empleados en un 60% por predios agrícolas y en un

40% por industrias en el riego de áreas verdes y sistemas de enfriamiento. Actualmente se está evaluando operar la planta de tratamiento a su capacidad (120 l/s) para vender los 70 l/s tratados adicionales, a la industria minera.

La estimación de caudales generados en la ciudad de Antofagasta se presenta en el Cuadro 1.2-1:

CUADRO 1.2-1
CAUDALES DE ANTOFAGASTA

Año	Caudal
	[l/s]
2.000	415,3
2.005	468,3
2.010	532,6
2.015	608,1

1.2.1.2 Mejillones

De acuerdo al Plan de Desarrollo, vigente desde 1992, la disposición final de las aguas residuales de la localidad se realiza en el mar mediante un emisario de 300 m de longitud, el cual solo atenúa la contaminación del litoral, no eliminándola.

Se contempló en el Plan de Desarrollo, la construcción de un emisario submarino con tratamiento preliminar, el cual actualmente se encuentra operando.

La estimación de caudales de aguas residuales generados en la localidad de Mejillones se presenta en el Cuadro 1.2-2.

CUADRO 1.2-2
CAUDALES DE MEJILLONES

Año	Caudal
	[l/s]
2.000	6,6
2.005	8,0
2.010	9,6
2.015	11,5

1.2.1.3 Calama

De acuerdo al Plan de Desarrollo, vigente desde 1992, la disposición final de las aguas residuales se realizaba sin tratamiento previo a la quebrada Quetena, a unos 800 m del límite urbano norponiente de la ciudad, a 1.200 m de las viviendas más cercanas. Adicionalmente aguas abajo de la descarga, el efluente es utilizado para el riego de parcelas, contaminando los excedentes, las aguas del río San Salvador y las de Loa aguas debajo de Chacance, las que tiene usos agrícolas e industriales.

Se estipula, en el Plan de Desarrollo, la construcción de una planta de tratamiento del tipo lagunas de estabilización, la que se emplazaría en la quebrada Quetena. Se pretende además intercambiar el efluente tratado por derechos de agua a los agricultores de la zona, de modo de, disminuir el déficit hídrico para el abastecimiento de agua potable.

Dentro de este contexto, de acuerdo a información aportada por la empresa concesionaria del tratamiento (Bywaters y Asociados) en mayo de 2001, se encuentra en proceso de construcción una planta de tratamiento del tipo lodos activados, cuyo efluente se dispondrá en el Río Loa, no existiendo hasta la fecha negociaciones por derechos con las aguas tratadas.

La estimación de caudales de aguas residuales generados en la ciudad de Calama se presenta en el Cuadro 1.2-3:

CUADRO 1.2-3
CAUDALES DE CALAMA

Año	Caudal
	[l/s]
2.000	186,7
2.005	223,0
2.010	259,5
2.015	298,0

1.2.1.4 Tocopilla

De acuerdo al Plan de Desarrollo (1992), la localidad de Tocopilla evacua sus aguas residuales, sin tratamiento previo, al mar mediante cuatro descargas independientes.

En dichos antecedentes se contemplaba la construcción de un emisario submarino con tratamiento preliminar, para la disposición de las aguas residuales de Tocopilla, el cual actualmente se encuentra en operación.

La estimación de caudales de aguas residuales generados en la ciudad de Tocopilla se presenta en el Cuadro 1.2-4:

CUADRO 1.2-4
CAUDALES DE TOCOPILLA

Año	Caudal
	[l/s]
2.000	44,3
2.005	48,6
2.010	52,7
2.015	57,0

1.2.1.5 Tal-Tal

De acuerdo a los antecedentes presentados en el Plan de Desarrollo Vigente, la localidad de Tal-Tal, disponía sus aguas residuales sin tratamiento previo en el mar mediante dos descargas.

Se contemplaba, de acuerdo a los antecedentes, la construcción de un emisario submarino con tratamiento preliminar para evacuar la totalidad de las aguas residuales de Tal-Tal, el cual sería de 250 mm de diámetro y 1.300 m de longitud,. Dicho emisario submarino actualmente se encuentra en operación.

La estimación de caudales de aguas residuales generados en la ciudad de Tal-Tal se presenta en el Cuadro 1.2-5:

CUADRO 1.2-5
CAUDALES DE TAL-TAL

Año	Caudal
	[l/s]
2.000	12,5
2.005	14,0
2.010	15,3
2.015	16,7

1.2.2 EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS PLAYA BRAVA S.A

La Empresa de Servicios Sanitarios Playa Brava S.A. dota de sus servicios al balneario del mismo nombre.

De acuerdo a los antecedentes presentados en el Plan de Desarrollo de la empresa sanitaria, las aguas servidas son tratadas mediante una planta compacta

del tipo lodos activados. Una fracción del efluente tratado es utilizada para riego de áreas verdes y el resto, es dispuesto en el mar mediante un emisario.

La estimación de caudales de aguas residuales generados en la ciudad de Arica se presenta en el Cuadro 1.2-6:

Cuadro 1.2-6
Caudales de Playa Brava

Año	Caudal
	[l/s]
2.000	4,1
2.005	8,8

1.3 DIPONIBILIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS

Como es posible observar en el capítulo anterior, los caudales de aguas servidas de las distintas localidades de la II Región de Antofagasta se disponen en el mar o bien son reutilizados tras su tratamiento.

El análisis de reutilización en riego de aguas servidas tratadas abarca dos aspectos, el primero de ellos evalúa la disponibilidad del recurso por concepto del incremento de las aguas servidas tratadas en un horizonte de 10 años. Esto es, dentro del contexto que en dicho plazo las aguas servidas domésticas generadas en la región debieran ser tratadas antes de su disposición final, de acuerdo con las nuevas exigencias medioambientales. El segundo aspecto evalúa la ubicación de las descargas de los efluentes tratados con respecto a la ubicación de predios o áreas agrícolas en los cuales es posible su utilización.

No se contabilizaron en el análisis de disponibilidad del recurso aquellas aguas dispuestas en el mar, tras las plantas de tratamiento o mediante emisarios submarinos.

Se observa en los antecedentes expuestos en el punto anterior, que los efluentes de las localidades de Mejillones, Tal-Tal, Tocopilla y parte de Antofagasta y Playa Brava son dispuestos en el mar, siendo opciones de reuso la Planta de Tratamiento de Calama, el efluente de la planta de tratamiento de Antofagasta que trata solo una parte de las aguas de Antofagasta y el efluente de la planta de tratamiento de Playa Brava. Los antecedentes de los tres casos citados se entregan en el Cuadro 1.3-1.

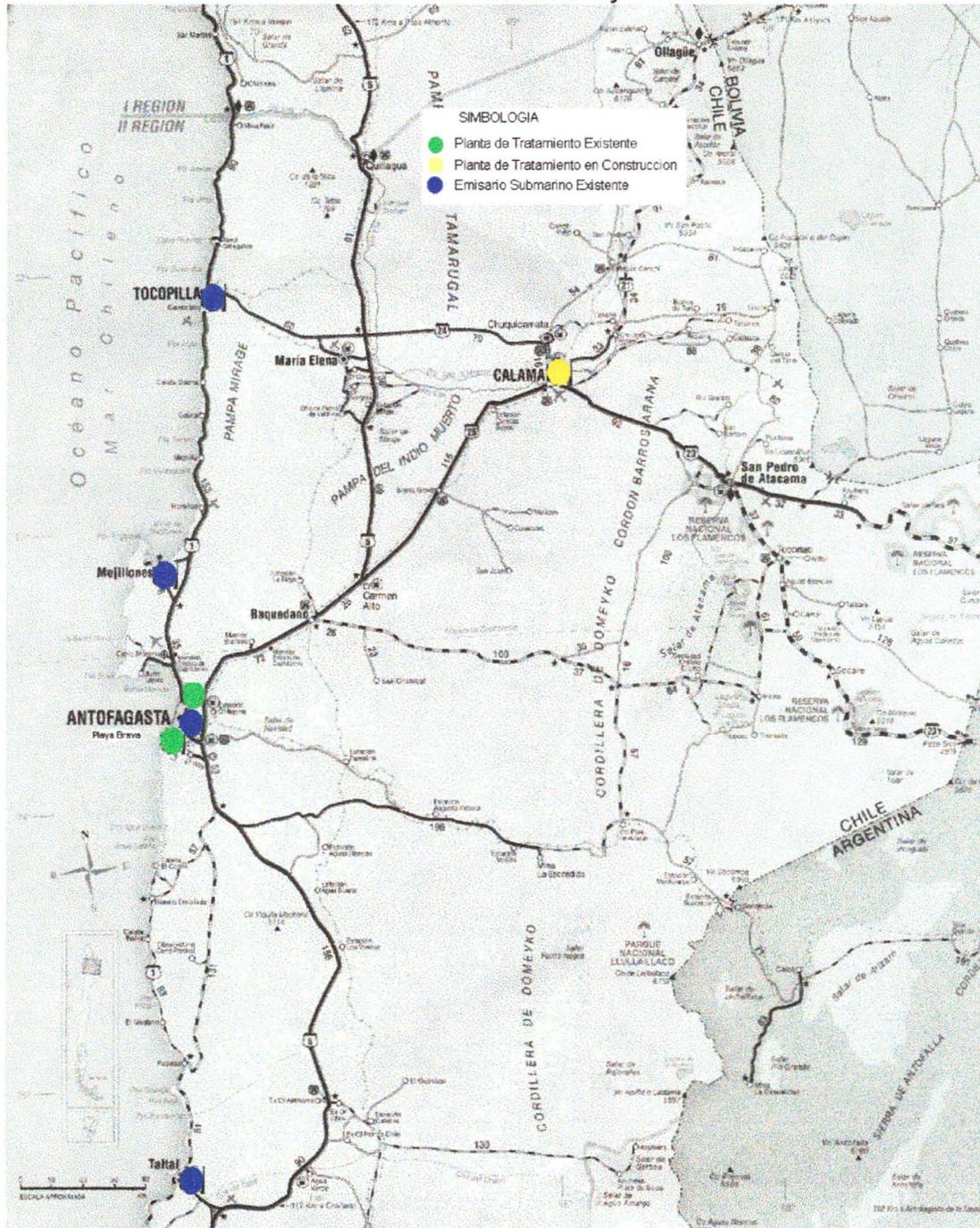
Cuadro 1.3-1 Aguas servidas tratadas disponibles en la II Región

Localidad	Caudal Medio Tratado [l/s]			Variación [l/s]		Variación Acumulada[l/s]	
	2000	2005	2010	2000-2005	2000-2010	2000-2005	2000-2010
Antofagasta	50,0	120,0	120,0	70,0	70,0	70,0	70,0
Calama	186,7	223,0	259,5	36,3	72,8	106,3	142,8
Playa Brava	4,1	8,8		4,7	4,7	111,0	147,5

Para el caso de Playa Brava, dado que no hay antecedentes de caudales para el año 2010, se determinó la variación con respecto a los caudales del año 2005, y para el caso de Antofagasta se consideró que la Planta Operaría a su capacidad para el año 2005.

La ubicación de las plantas de tratamiento y emisarios submarinos tanto existentes como proyectadas se muestran en la Figura 1.3-1.

Figura 1.3-1
Localidades de la II Región con Plantas de Tratamiento y/o Emisarios Submarinos Tanto Existentes como Proyectados



1.4 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

De acuerdo a los antecedentes recopilados, señalados en el Cuadro 1.4-1, en la II Región de Antofagasta, las localidades de Playa Brava y Antofagasta cuentan con plantas de tratamiento en operación y se encuentra en proceso de construcción la planta de tratamiento para la ciudad de Calama. Cuentan con emisario submarino exclusivamente las localidades de Tal-Tal, Tocopilla y Mejillones y además la ciudad de Antofagasta evacua una parte importante de sus aguas servidas mediante emisarios submarinos.

La factibilidad del uso de aguas tratadas en riego no solo esta ligada a la cantidad y calidad de las aguas generadas, sino además a su punto de disposición final, es por ello que se hace necesario analizar cada caso, en que exista interés por su utilización, en términos de otras fuentes del recurso disponibles en la zona y distancia del área de cultivo de interés.

En particular, los afluentes de las plantas de tratamiento de Playa Brava y Antofagasta ya son reutilizados, existiendo solo la posibilidad de reutilizar a futuro el efluente de la planta de tratamiento de Calama que se encuentra en construcción, situación que la empresa sanitaria esta evaluando. Por esta razón se considera que los recursos disponibles ya están siendo manejados en forma integral por las partes interesadas.

Cuadro 1.4-1 Resumen de Caudales y Disposición Final de las Aguas Residuales en la II Región.

Localidad	Caudal Medio [l/s]				Disposición Final		
	2000	2005	2010	2015	Tratamiento	Existente / Proyectado	Punto de Descarga
Antofagasta	50,0	120,0	120,0	120,0	Lodos Activados	Existente	Reuso Agrícola e Industrial
	365,3	348,3	412,6	488,1	Emisario Submarino	Existente	Mar
Mejillones	6,6	8,0	9,6	11,5	Emisario Submarino	Existente	Mar
Tocopilla	44,3	48,6	52,7	57,0	Emisario Submarino	Existente	Mar
Tal-Tal	12,5	14,0	15,3	16,7	Emisario Submarino	Existente	Mar
Calama	186,7	223,0	259,5	298,0	Lodos Activados	En Construcción	Río Loa
Playa Brava	4,1	8,8			Lodos Activados	Existente	Reuso Areas Verdes

ANEXO 3

ANTECEDENTES DE USO ACTUAL DEL SUELO

ANEXO 3
 DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL RIEGO Y DRENAJE II REGIÓN
 ANTECEDENTES DE USO DEL SUELO

CUADRO N°1-1	
SUPERFICIE DE LAS EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS	
CON TIERRA	
CENSO NACIONAL AGROPECUARIO II REGION (1996- 1997)	
(ha)	
Total Explotaciones Agropecuarias con Tierra	
Número de Informantes	2.041,0
Superficie Hectáreas	40.710,9
Suelos de Cultivo	
Cultivos Anuales y Permanentes 1/	909,3
Praderas Sembradas Permanentes y de Rotación	1.890,3
En Barbecho y Descanso 2/	2.256,1
Total	5.055,7
Otros Suelos	
Praderas	24.550,1
Mejoradas	141,8
Naturales	24.408,3
Plantaciones Forestales 2/	70,9
Bosques Naturales Montes 3/	2,4
De uso Indirecto (Caminos, Canales, etc.) 4/	52,6
Estériles, Aridos (Arenales, Pedregales)	10.979,2
Total	35.655,2
Fuente : Elaborado por ODEPA con información del INE.	
VI Censo Nacional Agropecuario 1997	
Notas 1_/ Incluye forrajeras anuales	
:	
2_/ Incluye viveros forestales y ornamentales	
3_/ Explotados y no explotados	
4_/ Incluye Construcciones, caminos, canales, lagunas	

CUADRO N°1-2	
SUPERFICIE DE LAS EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS CON TIERRA	
POR USO DEL SUELO, TOTAL NACIONAL TEMPORADA 1996/1997	
(ha)	
DETALLE	TOTAL PAIS
Total explotaciones agropecuarias con tierra	
Informantes	311.775
Superficie (ha)	27.115.580,6
Suelos de cultivo	
Total	2.293.380,1
Cultivos anuales y permanentes	1.398.270,2
Praderas sembradas permanentes y de rotacion	452.605,7
En barbecho y descanso	442.504,2
Otros suelos	
Total	24.822.200,5
Praderas Mejoradas	1.009.800,9
Praderas Naturales	11.922.222,5
Plantaciones Forestales	1.098.460,8
Bosques Naturales y montes	4.870.130,2
De uso indirecto	236.897,2
Esteriles	5.684.688,9
Fuente: VI Censo Nacional Agropecuario. Resultados Preliminares 1997. INE	

CUADRO N° 2		
SUPERFICIE REGADA EN EL AÑO AGRICOLA 1996/1997, POR SISTEMAS		
DE RIEGO, SEGÚN CLASIFICACION GEOGRAFICA		
(ha)		
DETALLE	TOTAL	II REGION
	PAIS	
	(ha)	(ha)
A. Total Superficie regada		
Superficie (ha)	1.053.899,7	2.960,6
A1. Riego gravitacional		
Informantes	120.899	1.657
Superficie (ha)	962.374,4	2.896,1
A.2. Mecanico mayor (aspersión) u otro mayor		
Informantes	1.860	65
Superficie (ha)	30.650,0	18,9
A.3. Micro riego y/o localizado		
Informantes	5.611	15
Superficie	61.184,5	45,6

Fuente: VI Censo Nacional Agropecuario. Resultados Preliminares 1997. INE

CUADRO N°3-1		
SUPERFICIE CULTIVOS ANUALES II REGION		
TEMPORADA		
1996/1997		
	Superficie	Participación
CULTIVOS	(ha)	(%)
Trigo Blanco	36,2	36,6
Trigo Candeal	38,4	38,8
Trigo Total	74,6	75,4
Maiz	11,0	11,1
Arroz	-	-
Avena	-	-
Cebada Cervecera	-	-
Cebada Forrajera	0,2	0,2
Cebada Total	0,2	0,2
Centeno	0,8	0,8
Papa	12,4	12,5
Poroto Consumo	-	-
Poroto Exportación	-	-
Poroto Total	-	-
Arveja	-	-
Chícharo	-	-
Garbanzo	-	-
Lenteja	-	-
TOTAL	99,0	100,0
FUENTE:Elaborado por ODEPA con antecedentes de INE		

CUADRO N°3-2		
SUPERFICIE CULTIVOS ANUALES NIVEL NACIONAL		
TEMPORADA 1996/1997		
CULTIVOS	Superficie (ha)	Participación (%)
Trigo	398.643	47,7
Avena	104.369	12,5
Cebada	21.945	2,6
Centeno	2.183	0,3
Maiz	86.522	10,4
Arroz	25.748	3,1
Poroto	30.252	3,6
Lenteja	5.348	0,6
Garbanzo	6.895	0,8
Arveja	2.576	0,3
Chicharo	1.383	0,2
Papa	80.685	9,7
Maravilla	785	0,1
Raps	11.263	1,3
Remolacha	41.697	5,0
Lupino	11.417	1,4
Tabaco	3.655	0,4
TOTAL	835.364	100
FUENTE : Elaborado por ODEPA con información de INE, IANSA y CCT.		

CUADRO N°4-1
SUPERFICIE DE HORTALIZAS Y FLORES II REGION
TEMPORADAS AGRÍCOLAS 1989/90 - 1995/96 a 1998/99
(ha)

ESPECIES	1989 / 90	1995 / 96	1996 / 97	1997 / 98	1998 / 99
			1_ /		
Acelga	50	19	18	33	33
Achicoria	-	-	-	-	-
Aji	3	-	0	-	-
Ajo	45	18	38	21	21
Albahaca	30	1	0	1	1
Alcayota	-	-	-	-	-
Apio	-	9	0	5	5
Arveja verde	1	-	-	-	-
Berenjena	1	-	-	-	-
Betarraga	50	19	16	20	20
Brócoli	-	-	0	-	-
Camote	-	2	-	-	-
Cebolla de g	10	-	2	-	-
Cebolla tem	10	5	2	5	5
Cibulette	-	-	-	-	-
Chalota	-	-	-	-	-
Choclo	600	290	407	427	427
Cilantro	15	5	19	3	3
Coliflor	6	1	0	1	1
Endibia	-	-	-	-	-
Espinaca	30	9	1	1	1
Haba	20	10	34	14	14
Lechuga	80	48	60	35	35
Melón	1	-	-	-	-
Pepino dulce	1	-	-	-	-
Pepino ensal	1	-	-	-	-
Perejil	20	10	8	3	3
Pimienta	5	1	-	-	-
Poroto grana	1	-	-	-	-
Poroto verde	1	-	0	-	-
Puerro	-	-	-	3	3
Rabanito	10	5	8	-	-
Rábano	-	-	0	-	-
Radicchio	-	-	-	-	-
Repollito bru	-	-	-	-	-
Repollo	10	2	0	-	-
Ruibarbo	-	-	-	-	-
Sandía	1	-	0	-	-
Tomate 2_ /	3	1	1	-	-
Zanahoria	60	145	126	154	154
Zapallo calabaza	-	-	-	-	-
Zapallo temp	10	2	1	1	1
Zapallo italia	-	-	0	-	-
Otras hortali	40	2	31	4	4
Semilleros	-	-	s/i	3	3
SUB-TOTAL	1.115	604	773	734	734
Alcachofa	1	-	0	-	-
Espárrago	2	-	1	-	-
Orégano	3	2	0	-	-
SUB-TOTAL	6	2	1	0	0
SUB-TOTAL	0	0	0	0	0
TOTAL HOR	1.121	606	775	734	734
TOTAL FLO	15	5	5		
TOTAL HOR	1.136	611	780	734	734

FUENTE : ODEPA, estimado con información de SEREMIS de Agricultura, IANSAFRUT, productores, empresas de insumos y estudios hortícolas.

Nota : 1_ / 1996 / 97 VI Censo Nacional Agropecuario

Nota : 2_ / Tomate incluye consumo fresco e industrial

CUADRO N°4-2					
SUPERFICIE DE HORTALIZAS SEGÚN ESPECIE Y					
FLORES A NIVEL NACIONAL					
TEMPORADAS AGRÍCOLAS 1989/90 - 1995/96 a 1998/99					
(ha)					
ESPECIE / AÑO	1989 /	1995 /	1996/9	1997/9	1998/9
AGRICOLA	90	96	7	8	9
Acelga	575	483	497	586	505
Achicoria	110	70	82	105	100
Aji	954	921	1.081	1.200	1.168
Ajo	2.674	3.526	2.580	2.758	3.142
Albahaca	56	26	20	110	105
Alcayota	62	43	21	22	40
Apio	876	1.621	1.251	1.308	1.640
Arveja verde	7.265	5.898	4.539	5.239	4.905
Berenjena	59	51	48	52	54
Betarraga	951	829	994	1.247	1.227
Brócoli	218	852	487	523	506
Camote	58	61	33	32	41
Cebolla de guarda	5.635	6.560	4.006	4.419	4.250
Cebolla temprana	2.816	4.196	1.414	1.598	1.642
/media estación					
Ciboulette	-	8	4	5	4
Chalota	13	49	2	1	1
Choclo	11.134	12.301	12.350	13.691	12.626
Cilantro	321	263	412	441	345
Coliflor	995	1.812	1.463	1.635	1.621
Endibia	122	107	10	13	21
Espinaca	759	419	357	490	424
Haba	1.823	2.505	2.479	2.762	2.339
Lechuga	4.921	4.209	4.664	5.992	5.991
Melón	3.739	5.141	3.756	3.859	3.733
Pepino dulce	644	590	399	457	599
Pepino ensalada	889	953	493	679	639
Perejil	244	113	141	153	134
Pimiento	2.509	2.910	3.478	3.572	3.871
Poroto granado	4.239	4.530	4.176	4.437	4.199
Poroto verde	3.763	4.776	4.691	5.481	5.475
Puerro	126	178	251	407	321
Rabanito	120	130	30	62	64
Rábano	95	37	26	23	24
Radicchio	35	230	157	146	124
Raíz picante	-	-	-	-	-
Repollito bruselas	154	90	63	66	62

CUADRO N°4-2
SUPERFICIE DE HORTALIZAS SEGÚN ESPECIE Y
FLORES A NIVEL NACIONAL
TEMPORADAS AGRÍCOLAS 1989/90 - 1995/96 a 1998/99
(ha)

ESPECIE / AÑO AGRÍCOLA	1989 / 90	1995 / 96	1996/9 7	1997/9 8	1998/9 9
Repollo	2.103	2.620	1.856	2.370	2.196
Ruibarbo	2	24	2	0	0
Sandía	4.311	4.422	3.791	3.862	3.927
Tomate 2_ /	16.629	21.732	17.570	18.879	20.391
Zanahoria	4.298	4.787	3.391	3.589	3.538
Zapallo de guarda	3.886	5.377	4.565	5.129	4.863
Zapallo calabaza	-	48	-	41	41
Zapallo temprano	407	379	-	235	175
Zapallo italiano	932	1.162	1.105	1.601	1.498
Hortalizas surtidas	6.548	2.461	14.810	13.684	12.736
Otras hortalizas	298	139	402	447	434
Semilleros	7.163	2.997	-	2.346	2.635
SUB-TOTAL ANUALES	105.53 1	112.63 5	103.94 5	115.75 3	114.37 7
Alcachofa	2.767	2.423	2.779	3.055	3.107
Esparrago	6.960	4.105	4.150	4.085	4.183
Orégano	1.331	1.137	934	934	999
SUB-TOTAL PERMANENTES	11.058	7.665	7.863	8.074	8.290
Anís	75	105	-	105	50
Comino	250	70	63	71	31
Cilantro	50	-	-	-	-
SUB-TOTAL HORTALIZAS SECANO	375	175	63	176	81
TOTAL HORTALIZAS	116.96 4	120.47 5	111.87 0	124.00 2	122.74 7
FLORES	2.620	2.785	1.472	1.648	1.711
TOTAL HORTALIZAS Y FLORES	119.58 4	123.26 0	113.34 2	125.65 0	124.45 8
<p>FUENTE : Elaborado por ODEPA con antecedentes del INE, S.R.M. de Agricultura, estudios hortícolas y volúmenes llegados a los mercados mayoristas de Santiago. Nota : 1_ / 1996 / 97 VI Censo Nacional Agropecuario Nota : 2_ / Tomate incluye consumo fresco e industrial</p>					

CUADRO N° 5	
SUPERFICIE CULTIVADA CON FRUTALES II	
REGION	
(PRINCIPALES ESPECIES)	
País, Región y Especie	Superficie
	Total
	(ha)
Total País	233.973,1
Duraznero	11.798,5
Ciruelo Europeo	6.768,1
Cerezo	4.830,4
Guindo Agrio	92,6
Manzano Rojo	29.486,9
Manzano Verde	10.196,7
Peral Europeo	10.671,6
Arándana	296,4
Olivo	4.496,7
Naranja	7.209,5
Mango	118,5
Limon de Pica	89,4
Guayabo	24,3
Palma datilera	1.235,9
Plátano	26,7
Pomelo	281,8
Tuna	1.505,0
Damasco	2.311,4
Nectarino	6.099,1
Uva de Mesa	43.785,7
Otros	92.647,9
I región	128,7
Huerto Casero	27,0
Membrillo	28,7
Damasco	5,9
Peral Europeo	43,5
Tuna	6,8
Uva de mesa	3,6
Otros	13,2
Fuente: VI Censo Nacional Agropecuario. Resultados Preliminares 1997. INE	

CUADRO N°6-1						
PLANTACIONES FORESTALES INDUSTRIALES POR ESPECIE II REGION						
AÑOS 1990, 1995 - 1999, A DICIEMBRE DE CADA AÑO						
Hectáreas						
Especie / Año	1990	1995	1996	1997	1998	1999
Pino Radiata						
Eucalipto	1	1	1	1	1	1
Atriplex				1	1	4
Tamarugo		8	8	8	8	13
Pino Oregón						
Alamo						
Algarrobo		14	14	53	93	108
Otras especies		555	579	592	592	600
TOTAL	1	578	602	655	695	726

FUENTE: Elaborado por ODEPA con información del INFOR - CORFO, CONAF y EMPRESAS.

CUADRO N°6-2						
PLANTACIONES FORESTALES INDUSTRIALES POR ESPECIE TOTAL PAIS						
AÑOS 1990, 1995 - 1999, A DICIEMBRE DE CADA AÑO						
ha						
Especie / Año	1990	1995	1996	1997	1998	1999
Pino Radiata	1.243.293	1.379.746	1.387.041	1.420.015	1.437.520	1.458.320
Eucalipto	101.700	302.248	308.762	317.212	330.952	342.415
Atriplex	37.878	48.274	49.316	49.320	49.324	50.787
Tamarugo	20.600	20.622	20.632	20.632	20.640	20.645
Pino Oregón	11.343	12.477	12.477	12.620	13.225	13.942
Alamo	3.526	3.842	4.055	4.115	4.287	4.298
Algarrobo	3.201	3.240	3.248	3.318	3.417	3.468
Otras especies	38.989	47.736	50.454	54.693	55.481	58.413
TOTAL	1.460.530	1.818.185	1.835.985	1.881.925	1.914.846	1.952.288

FUENTE: Elaborado por ODEPA con información del INFOR - CORFO, CONAF y EMPRESAS.

CUADRO N°7-1	
EXISTENCIA DE GANADO POR ESPECIE II REGION	
CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 1996/1997	
ESPECIES	N° de Cabezas
BOVINOS	524
Vacas	245
Vaquillas	56
Terneritas (os)	133
Novillos	45
Toros	44
Bueyes	1
CAMELIDOS	5.782
Alpacas	339
Llamas	5.443
OVINOS	14.984
CAPRINOS	10.067
PORCINOS	3.104
EQUINOS	2.330
FUENTE : INE, VI Censo Nac. Agrop. 1997	

CUADRO N°7-2
EXISTENCIA DE ANIMALES POR ESPECIE A NIVEL
NACIONAL
PERÍODO 1996 - 1997
NUMERO DE CABEZAS

ESPECIES	1996	1997 1/
BOVINOS	3.913.593	4.098.438
Vacas	1.431.400	1.545.989
Vaquillas	599.587	613.923
Terneritas	508.148	
Terneros	495.755	
Terneros y Terneritas		1.010.532
Novillos de 1 a 2 años	482.505	
Novillos más de 2 años	190.640	
Novillos (todos)		671.151
Toros	60.679	69.492
Bueyes	144.879	186.157
OVINOS	3.834.667	3.695.062
PORCINOS	1.655.189	1.716.881
EQUINOS	345.141	439.058
AVES (miles) 2/	28.330	30.192

FUENTE : Elaborado por ODEPA con antecedentes del INE.

Nota: Las existencias corresponden a fines de cada año.

Nota: 1/ Año 1997 cifras del VI Censo Nacional Agropecuario.

2/ Encuesta Nacional Avícola.

Nota del VI Censo: En la categoría de Bovinos, se consultó

Novillos-

sin edad y Terneros y Terneritas, sin diferenciar

sexo.

ANEXO 4

ANTECEDENTES DE MERCADOS, COMERCIALIZACIÓN Y PRECIOS

ANEXO 5

ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

ANEXO 5

ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS II REGIÓN

1. Actualización Recursos Hídricos para Derechos Ancestrales Indígenas I y II Región. AC Ing. Consultores Ltda. DGA - MOP, 1999.
2. Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile. IPLA Ltda. DGA - MOP, 1996.
3. Catastro de Viñas, SAG, 1999
4. Censo Nacional de Población y Vivienda, 1992, I.N.E.
5. Diagnóstico y Propuesta de Fomento a la Agricultura Regada en la II Región. Geofun – Pro Civil. CNR, 2000.
6. Estudio de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua Potable. MOP – Servicio Nacional de Obras Sanitarias, 1981.
7. Estudio de Racionalización del Área de Riego del Río Loa. H. Niemeyer F. DGA – MOP, 1979.
8. Estudio Hidrológico Operacional Sistema Conchi – Río Loa. Conic-Bf. DOH, 1979.
9. Investigación de Recursos Hidráulicos en el Norte Grande. Harza Engineering Company International S.A.. CORFO - DGA - CCC - ONU, 1978.
10. Estudio de Alternativas de Manejo del Río San Pedro, II Región. Luis Arrau. DOH – MOP, 2000.
11. Mapa Agroclimático de Chile. INIA. 1989.
12. Planes de Desarrollo de Agua Potable y Alcantarillado Playa Brava.
13. Planes de Desarrollo. SISS.
14. Proyección de Población I.N.E./CELADE.
15. VI Censo Nacional Agropecuario, I.N.E. 1997.