

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
DIRECCION DE RIEGO

ESTUDIO A NIVEL DE DIAGNOSTICO
DEL PROYECTO ACONCAGUA
V REGION

VOLUMEN I

INFORME RESUMEN E
INDICE GENERAL DEL ESTUDIO

NOVIEMBRE 1995

INFORME RESUMEN

**ESTUDIO A NIVEL DE DIAGNOSTICO
PROYECTO ACONCAGUA V REGION**

VOLUMEN I

INFORME RESUMEN

INDICE

	PAGINA
0. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	0.1.1
1. CARACTERIZACION DEL VALLE	1.1.1
1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL AREA	1.1.1
1.1.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA	1.1.1
1.1.2 ANTECEDENTES POLITICOS Y ADMINISTRATIVOS	1.1.1
1.1.3 DIVISION CON FINES DE ANALISIS Y PLANIFICACION	1.1.3
1.1.4 CARACTERISTICAS DEMOGRAFICAS	1.1.3
1.1.5 CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS	1.1.3
1.1.6 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	1.1.5
1.2 DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DE LA REGION	1.2.1
1.2.1 INTRODUCCION	1.2.1
1.2.2 CLIMA Y AGROCLIMA	1.2.1
1.2.3 SUELOS	1.2.5

1.3	ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS	1.3.1
1.3.1	PLUVIOMETRIA	1.3.1
1.3.2	FLUVIOMETRIA	1.3.5
1.3.2.1	Análisis de los recursos hídricos	1.3.6
1.3.2.2	Caudales extremos afluentes a los embalses	1.3.9
1.3.2.3	Transporte de sedimentos	1.3.9
1.3.3	RECURSOS SUPERFICIALES NO CONTROLADOS	1.3.10
1.3.4	RECURSOS SUBTERRANEOS	1.3.11
1.3.4.1	Introducción General	1.3.11
1.3.4.2	Definición y Características de los Embalses Subterráneos	1.3.14
1.3.5	REUSO DE LAS AGUAS (RECUPERACIONES)	1.3.41
1.3.6	CALIDAD DE LAS AGUAS	1.3.41
1.3.7	DERECHOS DE APROVECHAMIENTO	1.3.44
2.	ANALISIS AGRONOMICO ACTUAL	2.1.1
2.1	CARACTERIZACION PRODUCTIVA Y ECONOMICA DE LA REGION	2.1.1
2.1.1	CARACTERIZACION PRODUCTIVA	2.1.1
2.1.1.1	Generalidades de la agricultura regional	2.1.1
2.1.1.2	Uso actual del suelo por zonas de riego	2.1.2
2.1.1.3	Tecnología de producción para los diferentes rubros	2.1.5
2.1.2	CARACTERIZACION ECONOMICA DE LA PRODUCCION AGROPECUARIA	2.1.8
2.1.2.1	Descripción de las variables principales que afectan a la economía agrícola de la región	2.1.8
2.1.2.2	Metodología utilizada para estimar ingresos, costos y márgenes	2.1.9
2.1.2.3	Valorización de la producción por zona de planificación	2.1.11

2.2	SISTEMAS ADMINISTRATIVOS DE RIEGO	2.2.1
2.2.1	INTRODUCCION	2.2.1
2.2.2	CARACTERISTICAS Y CONCLUSIONES	2.2.2
2.2.2.1	Río Aconcagua, 1ª Sección	2.2.2
2.2.2.2	Río Aconcagua, 2ª Sección	2.2.3
2.2.2.3	Río Aconcagua, 3ª Sección	2.2.4
2.2.2.4	Río Aconcagua, 4ª Sección	2.2.4
2.2.2.5	Río Aconcagua, Afluente Estero Catemu	2.2.4
2.2.2.6	Río Aconcagua, Afluente Río Putaendo	2.2.5
2.2.2.7	Río Ligua entre desembocadura y junta Estero Alicahue	2.2.5
2.2.2.8	Río Ligua, Afluente Estero Alicahue	2.2.5
2.2.2.9	Río Ligua, Afluente Estero Los Angeles	2.2.6
2.2.2.10	Río Petorca, entre desembocadura y confluencia del Estero Sobrante	2.2.6
2.2.2.11	Río Petorca, afluente Estero Sobrante	2.2.7
2.2.2.12	Río Petorca, afluente Estero Pedernal-Chalaco	2.2.7
2.2.3	CUADROS RESUMENES DE CANALES	2.2.8
3.	ANALISIS AGRONOMICO FUTURO	3.1.1
3.1.	CARACTERIZACION PRODUCTIVA Y ECONOMICA	3.1.1
3.1.1	DESARROLLO AGROPECUARIO	3.1.1
3.1.1.1	Consideraciones Generales	3.1.1
3.1.1.2	Supuestos Metodológicos	3.1.2
3.1.1.3	Estimación de Superficies y Producción de Rubros en Situación Futura, por Zona de Planificación	3.1.3
3.1.1.4	Curvas de desarrollo de nuevos cultivos o plantaciones	3.1.6
3.1.2	INVERSION PREDIAL	3.1.8
3.1.3	BENEFICIO NETO AGROPECUARIO	3.1.9
3.2	SECTORES DE NUEVO RIEGO Y DEMANDAS DE AGUA	3.2.1
3.2.1	SECTORES DE NUEVO RIEGO	3.2.1
3.2.2	DEMANDAS DE AGUA PARA EL RIEGO	3.2.3
3.2.2	DEMANDAS DE AGUA PARA OTROS USOS	3.2.8

4.	BALANCE HIDRICO	4.1.1
4.1	OBJETIVOS DEL MODELO DE SIMULACION OPERACIONAL	4.1.1
4.2	BASES CONCEPTUALES DEL MODELO DE SIMULACION OPERACIONAL	4.2.1
4.3	SITUACION ACTUAL	4.3.1
4.4	SITUACION FUTURA	4.4.1
4.4.1	INTRODUCCION	4.4.1
4.4.2	DESCRIPCION DETALLADA DE LAS OPERACIONES ANALIZADAS	4 4.2
4.4.3	RESULTADOS	4.4.7
5.	DISEÑOS PRELIMINARES	5.1.1
5.1	INTRODUCCION	5.1.1
5.2	ESQUEMAS ALTERNATIVOS DE OBRAS BASICAS Y DISEÑO PRELIMINAR	5.2.1
5.2.1	GENERALIDADES	5.2.1
5.2.2	DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS	5.2.2
5.2.3	DISEÑOS PRELIMINARES DE LAS OBRAS BASICAS	5.2.6
5.2.3.1	Embalse Puntilla del Viento	5.2.6
5.2.3.2	Embalse Los Angeles	5.2.10
5.2.3.3	Embalse Rocín	5.2.13
5.2.3.4	Aducción Jahuel	5.2.14
5.2.3.5	Aducción El Paico	5.2.14
5.2.3.6	Aducción Norte	5.2.15
5.2.3.7	Aducción Cabildo y Derivados	5.2.16
5.2.3.8	Canales Putaendo	5.2.17
5.2.3.9	Canal Waddington	5.2.17
5.2.3.10	Drenaje	5.2.18
5.2.4	ZONAS COSTERAS	5.2.21
5.2.4.1	Situación Actual	5.2.21
5.2.4.2	Situación Futura	5.2.21
5.2.4.3	Subsistemas de riego incorporables al sistema Aconcagua operando con los embalses propuestos	5.2.22

5.3	PRESUPUESTO DE LAS OBRAS	5.3.1
5.4	PROGRAMA DE LAS OBRAS	5.4.1
5.5	COSTOS DE OPERACION Y MANTENCION	5.5.1
6.	EVALUACION ECONOMICA Y ANALISIS DE SENSIBILIDAD	6.1.1
6.1	EVALUACION SOCIOECONOMICA DEL PROYECTO	6.1.1
6.1.1	OBJETIVO	6.1.1
6.1.2	ALTERNATIVAS DE DESARROLLO EVALUADAS	6.1.1
6.1.3	INVERSIONES Y COSTOS DE OPERACION Y MANTENCION	6.1.2
6.1.4	INGRESOS NETOS DE LOS PROYECTOS	6.1.2
6.1.5	SUPUESTOS BASICOS DE LA EVALUACION REALIZADA	6.1.3
6.1.6	RESULTADOS DE LA EVALUACION	6.1.4
6.2	ANALISIS DE SENSIBILIDAD	6.2.1
6.3	ANALISIS DEL REGADIO DE LAS CUENCAS CONSIDERANDOLAS EN FORMA SEPARADA	6.3.1
7.	ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS	7.1.1
8.	ANALISIS DE RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8.1.1
8.1	CONCLUSIONES	8.1.1
8.2	RECOMENDACION FINAL	8.2.1

0. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo del estudio se refiere a formular a nivel de diagnóstico un Programa de Desarrollo Integral de los recursos naturales disponibles en las cuencas de los ríos Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca, como también en el sector costero que se desarrolla entre el estero Huaquén y Concón.

El estudio corresponde a una complementación y actualización del "Estudio Integral de Riego de los Valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca" que desarrolló el año 1982 CICA para la Comisión Nacional de Riego.

La superficie potencialmente regable asciende a unas 105.000 has, de las cuales sólo unas 55.900 has se regarían en la actualidad con una seguridad estimada de 85%, aunque la superficie bajo canal alcanza a cifras del orden de las 86.700 has.

En general la zona agrícola del área de estudio, que tiene un desarrollo tecnológico bastante avanzado, se caracteriza por una ausencia casi total de obras de regulación, puesto que las existentes, que satisfacen zonas locales, son de poca relevancia frente al potencial regable. En estas condiciones, la escasez del recurso en la época de máximas demandas es un factor altamente limitante para el aprovechamiento del rico potencial agrícola existente y que ha impedido regar satisfactoriamente las 105.000 has con posibilidades de utilización agropecuaria.

1. CARACTERIZACION DEL VALLE

1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL AREA

1.1.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA

El área de estudio se ubica en Chile Continental, en el extremo sur del Continente Americano. Su límite Norte está constituido por la divisoria de aguas entre la hoya del río Petorca y la del río Choapa y estero Guaquén; su límite Sur es la divisoria de aguas entre la hoya del río Aconcagua y la del río Maipo y estero Marga Marga; el límite Este es el límite internacional con la República Argentina y el límite Oeste es el Océano Pacífico. La zona queda en su totalidad comprendida en la superficie que cubre la V Región del país, ocupando gran parte de ésta, abarcando una área de 12.470 Km². La figura N° 1.1.1 muestra la ubicación del área de estudio.

1.1.2 ANTECEDENTES POLITICOS Y ADMINISTRATIVOS

Chile está dividido en trece Regiones Administrativas, cada una de las cuales se subdivide en Provincias y éstas a su vez en Comunas. Tal como se indicó anteriormente el área del proyecto se encuentra ubicada totalmente dentro de la V Región, ocupando las provincias de Los Andes, San Felipe, Quillota, La Ligua y Petorca; las comunas de Quintero y Puchuncaví de la provincia de Valparaíso y la parte norte de la comuna de Viña del Mar de esta última provincia.

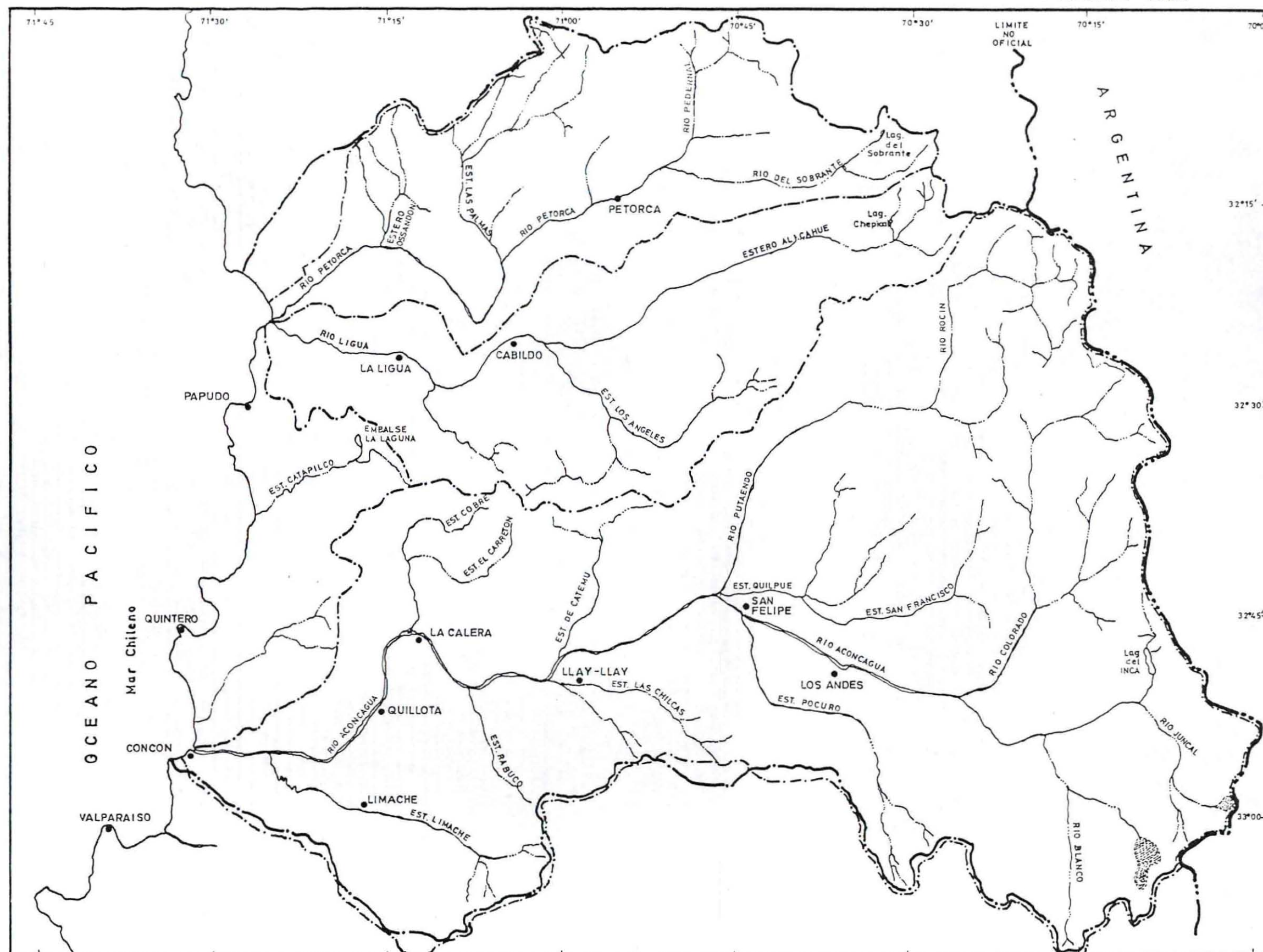
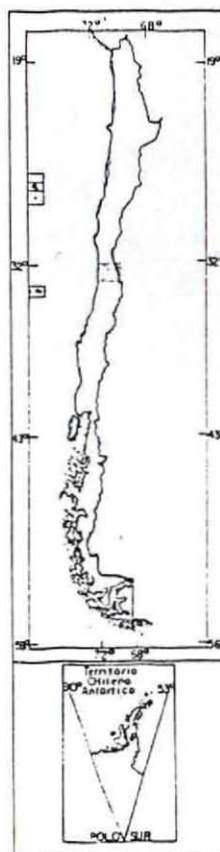
El gobierno regional, que depende del Ministerio del Interior, lo ejerce el Intendente Regional asesorado por un Consejo Regional de Desarrollo y por una Secretaría Regional de Planificación y Coordinación. Los Gobernadores Provinciales, representan a la autoridad regional en las provincias de la región, asistido por un comité técnico asesor provincial y por un consejo comunal de desarrollo y una secretaria comunal de Planificación. En la Comuna descansa la base del sistema, y en ella tiene lugar la participación organizada de la comunidad. Los Ministerios dentro del sistema, actúan descentralizadamente, siendo representados en la Región por las Secretarías Regionales Ministeriales, de las que dependen los servicios públicos que maneja cada Ministerio.

FIGURA 1.1.1



LEYENDA

- LIMITE TERRITORIAL
- - - LIMITE DEL PROYECTO
- LIMITE DE LA CUENCA
- ~ RIOS, ESTEROS
- POBLADOS MAS IMPORTANTES



1.1.3

1.1.3 DIVISION CON FINES DE ANALISIS Y PLANIFICACION

Debido a la gran extensión del área del estudio y a la complejidad de las distintas situaciones que se visualizan dentro de ella, se vió la necesidad de dividirla en áreas homogéneas a fin de analizar racionalmente los diversos factores que definen la estructura de producción. De esta forma en el estudio es posible distinguir siete zonas de planificación, que se muestran en la figura N° 1.1.2. Las zonas de riego se subdividieron también en treinta sectores cuyos límites se indican en la figura recién mencionada.

1.1.4 CARACTERISTICAS DEMOGRAFICAS

De acuerdo al censo del año 1992, en el área de estudio viven del orden de 550.000 personas, lo que representa el 40% de la población de la V Región. Aproximadamente el 84% de esta población (460.000 personas) habita en el valle del río Aconcagua y sus afluentes, un 5% lo hace en el valle del río Petorca, otro 5% se dispone en el valle del río La Ligua y el 6% restante corresponde a la población ubicada en la costa.

El 77% de la población se define como urbana y el 23% como rural. En la Provincia de Petorca, que cubre los valles de La Ligua y Petorca, el porcentaje de población urbana baja a 62%.

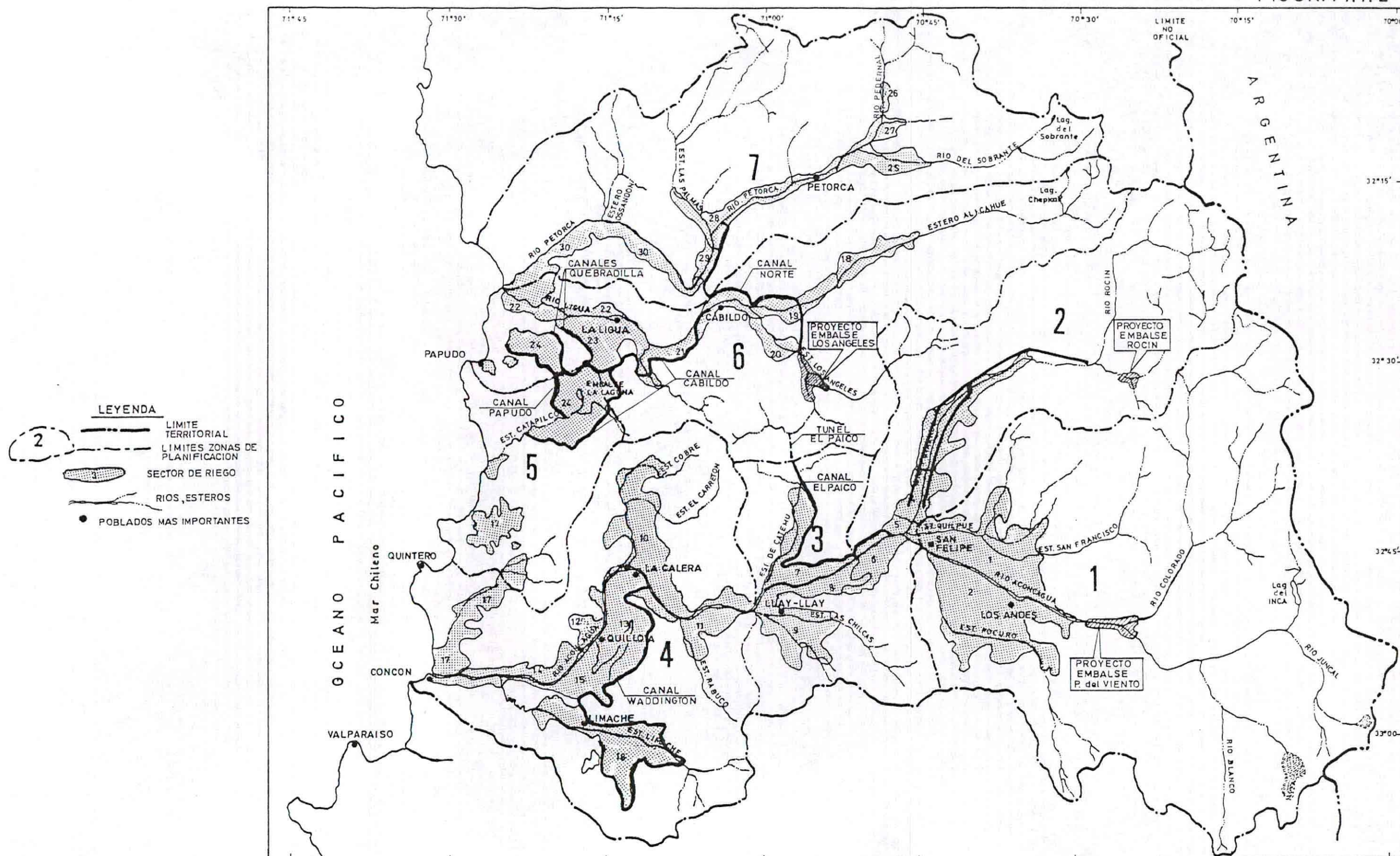
1.1.5 CARACTERISTICAS SOCIO ECONOMICAS

La V Región presenta un nivel de desarrollo muy superior al promedio nacional, ella participa en un 10% en el producto geográfico bruto (PGB) nacional. El P.G.B. "per cápita" de la región es sólo superado por el del área metropolitana y alcanzaría una cifra del orden de \$41.200 por persona, en moneda del año 1977.

El nivel de educación de la población de la región es superior al medio nacional. El grado de analfabetismo llega a un 2,9% de la población mayor de 15 años.

Al igual que en el resto del país, la región presenta casos de pobreza y extrema pobreza, y aunque los indicadores de este flagelo se han reducido en los últimos años, éste permanece en cifras de 34,7% y 8,7% de la población total (al año 1992) respectivamente. En todo caso, estos indicadores son similares al promedio nacional.

LIMITED
NO
OFFICIAL



1.1.5

1.1.6 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA

La V Región dispone de una adecuada y completa red de caminos, vías ferroviarias e instalaciones portuarias.

La red vial en el área del proyecto es completa y permite el acceso todo el año a prácticamente la totalidad de los predios agrícolas y localidades existentes en la zona. Además en ella se dispone el camino internacional de mayor tránsito, que une al país con la República Argentina. Todos los valles en su parte agrícola, están recorridos por caminos que en gran medida son pavimentados, además hay varios caminos que unen valles vecinos. En resumen puede señalarse que la red vial del área del proyecto es completa y en ningún caso un factor limitante para el desarrollo de la región.

La red ferroviaria cubre prácticamente todo el valle del Aconcagua, la zona de Catapilco y las zonas costeras del sur y del norte de área. Una parte importante de ella está electrificada, aproximadamente la mitad es de trocha ancha y el resto de trocha angosta. La longitud total de vías en servicio alcanza a 350 km, distribuidas en cuatro líneas que son las del ferrocarril Santiago-Valparaíso, Llay-Llay-Saladillo, San Pedro-Ventana y la del ferrocarril al norte. Todas estas vías se encuentran actualmente subocupadas a pesar de estar en un estado aceptable, en todas ellas se mueve un tonelaje al mes que no sobrepasa las 100.000 Ton.

En la V Región se disponen los puertos de Valparaíso, San Antonio y Ventanas y por ellos se despacha y recibe la mayor parte de la carga del extranjero y de cabotaje del país y prácticamente la totalidad de la carga que se genera o que se recibe en la zona central del país. Apoyándose en lo anterior puede señalarse que los puertos existentes en la región cubren con creces las necesidades de desarrollo del área de estudio y como tal no constituyen un factor limitante.

El área del proyecto se sitúa en la denominada Tercera Zona Eléctrica del país, que se extiende entre Pichidanguí y Parral, la que forma parte del Sistema Interconectado Central del país, que en esta área tiene una línea de 220 KV que cruza de sur a norte toda la zona y varias líneas de 110 KV, con sus respectivas SSEE. A estas líneas se agregan otras adicionales de menor voltaje, que cubren prácticamente todos los valles que compromete el estudio y que son las que sirven para distribuir la energía.

Además, en el área hay varias centrales generadoras, algunas de gran tamaño (Ventanas), otras de mediana potencia (Los Andes y Aconcagua) y algunas pequeñas, que en total dejan a la zona con una potencia instalada del orden de 435 MW.

1.1.6

Finalmente debe señalarse que en el área hay dos focos importantes de contaminación industrial, que influyen significativamente en el entorno agrícola. Uno de ellos el Complejo Industrial Ventanas, donde las fuentes contaminantes son la Fundición Ventanas de Enami y la Central Termoeléctrica de Chilgener, que afectan al secano costero de la zona de Puchuncaví; el otro centro de contaminación lo generaba la Fundición Chagres, ubicada en la localidad del mismo nombre, próximo a los poblados de Catemu y Llay-lay. El problema de la Fundición Chagres, habría quedado resuelto recientemente con los trabajos de reconversión que se hicieron en esta industria, tendientes a reducir o eliminar su efecto contaminante. No sucede lo mismo con el Complejo Industrial Ventanas que tiene un plazo para solucionar el problema que expira el año 2.001.

1.2 DIAGNOSTICO ACROCLIMATICO DE LA REGION

1.2.1 INTRODUCCION

Se ha procedido a la actualización, complementación y análisis de los aspectos clima y suelo, tomando como base el "Estudio Integral de Riego de los Valles Aconcagua, Putaendo, La Ligua y Petorca, CICA 1982.

La producción silvoagropecuaria, en especial la producción frutícola, se define principalmente en la actualidad en base al clima, el que pasa a ser el factor más importante, al menos en el caso de producciones de especies subtropicales y de "primores". El suelo en consecuencia resulta generalmente menos limitante, en el sentido que hay tecnologías productivas económicamente factibles, que permiten corregir o superar las limitantes de suelo, (pendiente, profundidad, drenaje, humedad).

A continuación se describen resumidamente los análisis del suelo y del clima (agroclima) detallados en el Volumen I. En ambos casos el enfoque es una interpretación desde el punto de vista de las posibilidades prácticas de producción que se relacionan con los factores clima y suelo.

1.2.2 CLIMA Y AGROCLIMA

La interpretación de las condiciones agroclimáticas de la región se ha hecho basándose en las distintas variables meteorológicas, dentro de las cuales se ha analizado la situación hídrica (precipitación y humedad) y la situación termal (insolación y temperaturas).

En base a las estadísticas agroclimáticas de CIREN-CORFO, complementadas en el Atlas Agroclimático de la V Región publicado por la Universidad de Chile, se ha podido delimitar áreas con determinada homogeneidad climática y de distinto grado de generalidad (Cuadro 1.2.1).

En un primer nivel jerárquico, se distinguen tres zonas agroclimáticas: una zona litoral, una zona costera interior y una zona central, que se distribuyen en sentido longitudinal entre el Océano Pacífico y la Cordillera de Los Andes.

En un segundo nivel jerárquico se distinguen distritos agroclimáticos cuya homogeneidad interior está definida por la integración de diversas variables agroclimáticas que determinan un característico patrón hidrotermal estacional. Si bien cada distrito representa un alto grado de regularidad climática espacial

1.2.2

se advierten localmente sectores dentro de ellos con peculiaridades distintivas que merecen destacarse por su relevancia agronómica, configurándose así un tercer nivel jerárquico en la interpretación agroclimática de la región.

CUADRO 1.2.1

DIVISIONES AGROCLIMATICAS DEL AREA DE ESTUDIO, BAJO LOS 900 m.s.n.m.

ZONA	DISTRITO	SECTOR
Z. Agroclimática Litoral	D. Litoral Norte D. Litoral Sur	
Z. Agroclimática Interior	D. de Valles Prelitorales	S. La Calera (LC) S. Quillota (QU)
Z. Agroclimática Central	D. Norte de Valles Transversales D. Sur de Valle Transversales	S. San Felipe (SF) S. Llay Llay (LL)

- Zona Agroclimática Litoral

Esta zona comprende la plataforma costera hasta los lomajes al pie de la vertiente occidental de la cordillera de la costa, abarcando el territorio situado a menos de 125 m.s.n.m. Acusa una fuerte influencia reguladora del océano: el régimen térmico fresco acumula menos de 1500 grados - día al año; su oscilación térmica diaria y anual es baja; acumula también pocas horas de frío anual, lo cual impone restricciones a especies de altos requerimientos de frío, y está casi totalmente libre de heladas severas.

Por tratarse de una zona con apreciable influencia marina, es relativamente fresca en verano y relativamente templada en invierno. Esta circunstancia le confiere una aptitud más bien limitada para cultivos de verano exigentes en acumulación térmica, (maíz). Por el contrario, las leguminosas y los cereales de invierno (arveja, trigo, avena) encuentran condiciones favorables en esta zona climática. Esto se debe al invierno comparativamente suave y casi carente de heladas. La primavera fresca favorece una maduración lenta del cultivo, alcanzándose rendimientos potenciales interesantes. Las condiciones son relativamente favorables para el cultivo sin riego en invierno (lenteja, arveja, garbanzo, cereales) pero es imposible la producción de cultivos de verano sin regadío.

1.2.3

El número de horas de frío de este agroclima no es suficiente para los frutales caducifolios (manzano, peral, duraznero). Pequeños déficits térmicos aparecen en las especies más exigentes (limonero, palto, duraznero, kiwi). Sin embargo en algunos sectores su excesiva nubosidad resulta una limitante para el desarrollo óptimo de la fruticultura. El invierno relativamente templado ofrece ventajas para el cultivo de la alfalfa.

- Zona Agroclimática Costera Interior

Corresponde a localidades situadas a altitudes comprendidas entre 125 y 250 m.s.n.m. y más alejadas del océano por cuya causa la acumulación térmica supera los 1.500 grados-días anuales. Las heladas son comunes, pero al menos 240 días al año están libres de ellas. Se reconoce básicamente un sólo distrito que caracteriza el agroclima de los valles prelitorales y dos sectores localizados en el eje San Pedro -La Cruz (Sector Quillota) y en el eje Artificio - El Melón (Sector La Calera). El distrito prelitoral corresponde a valles que han rebajado el relieve de la cordillera de la costa y permiten el paso de las brisas costeras y su acción moderadora sobre las condiciones térmicas, de humedad relativa y aminoran la evapotranspiración potencial.

Los cultivos de verano exigentes en temperaturas, tienen expectativas interesantes en rendimientos (maíz, frejol). Las leguminosas de invierno no encuentran las mismas condiciones excepcionales de las áreas más litorales, no obstante lo cual, esta área les es bastante favorable. Los cultivos de invierno en secano, encuentran condiciones algo menos favorables que en la zona agroclimática anterior, debido a las mayores tasas de evapotranspiración hacia la primavera.

Los frutales en general, tienen un potencial interesante como consecuencia del régimen de heladas, atenuando en invierno y, de un verano suficientemente cálido. Este agroclima tiene mejores condiciones para los frutales de hoja perenne que para los de hoja caduca, debido a que sólo tienen un corto período de heladas. Su luminosidad es mayor que el agroclima litoral. No tiene restricciones para el cultivo de forrajeras, si para la floricultura y permite un desarrollo satisfactorio de la mayoría de las hortalizas de invierno, haciendo posible el cultivo de primores.

- Zona Agroclimática Central

Aquí están los sectores más elevados del área de interés, situados sobre los 250 m.s.n.m. Estos comprenden valles transversales y lomajes orientales de la cordillera de la costa localizados ambos mayoritariamente entre los 400 y 800 metros de altitud. Se reconoce un distrito agroclimático norte donde se encuentran los valles de los ríos Petorca y Ligua y los de sus esteros

1.2.4

tributarios; y un distrito agroclimático sur, correspondiente al valle del río Aconcagua y el de sus afluentes. Al interior de este último distrito se destacan agroclimáticamente los sectores LLay LLay-Catemu y San Felipe-Los Andes.

Esta zona adquiere rasgos francamente interiores, lo que se manifiesta por un verano cálido y un invierno con heladas que pueden alcanzar una intensidad considerable, especialmente aquéllas tardías que afectan a los frutales.

Los cultivos de verano exigentes en temperaturas, encuentran buenas condiciones. Las elevadas temperaturas máximas de verano, inducen un cierto grado de stress térmico en cultivos sensibles como serían la papa, remolacha y las leguminosas de invierno. Las condiciones de luminosidad, durante la primavera y verano son especialmente propicias para la obtención de elevados rendimientos de chacras y cultivos de temporada en condiciones de riego. Las leguminosas y cereales de invierno podrían cultivarse en secano, pero con rendimientos francamente inferiores a los obtenibles en zona de la costa. Este agroclima tiene mayores ventajas comparativas para el desarrollo de frutales de hoja caduca debido a que se cumplen las horas de frío necesarias para la mayoría de ellos. No es posible practicar cultivos sensibles al frío debido a sus bajas temperaturas invernales. La alfalfa tiene posibilidades de lograr buenos rendimientos aún cuando en invierno casi no tiene crecimiento.

La fruticultura encuentra buenas condiciones, aunque existen algunos problemas de heladas de primavera. En los distritos más fríos en invierno, la producción de frutales de hoja persistente es francamente riesgosa. Las horas de frío son suficientes para frutales con moderada exigencia de vernalización. Las condiciones de luminosidad y temperatura invernales y estivales son además óptimas en general, para chacarería, floricultura y forrajeras cultivadas. Sus restricciones dependerán del agua de riego, fertilidad de los suelos y ocasionales heladas tardías.

1.2.3 SUELOS

El sistema de clasificación de los suelos basado en la capacidad de uso, fué establecido en la década de los años 50, antes del desarrollo de nuevas tecnologías de riego, tales como aspersión, goteo y microjet y antes de la práctica de la fertigación, por lo cual su aplicación literal para decidir el uso del suelo tiene limitaciones.

Actualmente el empleo de los sistemas mecánicos de riego, y la práctica de la fertigación, permite la utilización de suelos delgados, pedregosos, arenosos y/o con pendientes elevadas, que a causa de su baja fertilidad, escasa capacidad de retención de agua y alto riesgo de erosión, no podrían manejarse con los sistemas convencionales.

De lo anterior se desprende que la utilización del suelo con un objetivo determinado dependerá por una parte, de su capacidad de uso de acuerdo con los conceptos tradicionales y por otra parte, de la tecnología de producción, que permite la utilización de suelos considerados en el pasado como marginales. El clima o el microclima pasa a menudo a ser, el factor determinante en el uso del suelo con una tecnología dada.

Estos nuevos criterios de evaluación significan en relación con el proyecto CICA original (1978), la incorporación a las superficies allí señaladas de una superficie adicional considerable de suelos eventualmente utilizables en la agricultura, especialmente en plantaciones frutales. El criterio de asignar un uso frutal sólo a los mejores suelos (A y B de aptitud frutal) es igualmente discutible, ya que como se indicó anteriormente, mediante la tecnología es posible obtener buenas productividades en suelos con limitaciones físicas ubicados en microclimas con aptitud para especies frutales de buena rentabilidad económica. No sólo las llamadas rinconadas, que corresponden a los conos de deyección de todas las quebradas que descienden a los valles, tienen un potencial frutícola, sino también muchos piedmont y laderas de cerros y con pendientes pronunciadas.

La utilización de estos suelos, dada la disponibilidad de agua potencial se justificaría sólo si las ventajas microclimáticas permiten la adaptación de especies de alta rentabilidad económica, limitadas por factores climáticos en suelos de mejores características para la producción vegetal.

Para la evaluación del potencial productivo de los suelos de las zonas del proyecto (Zonas 1 a 7) se han utilizado tres sistemas de agrupación: capacidad de uso, unidades de manejo y aptitud frutal, que están relacionados entre si; de allí se ha determinado las hectáreas posibles de ser utilizadas. En los siguientes cuadros se han analizado las superficies susceptibles de ser plantadas, bajo dos situaciones, bajo cota de canal y sobre cota de canal.

CUADRO 1.2.2

**SUPERFICIE Y DISTRIBUCION DE LOS SUELOS
BAJO CANAL Y POTENCIALMENTE REGABLES
(HECTAREAS NETAS)**

Zona	Capacidad de uso					
	I y II	IIIs	IIIw y IVw	IVs	VI	Total
1	16.343	4.216	88	832	1.041	22.520
2	3.974	1.717	15	400	80	6.186
3	3.433	3.409	5.943	491	505	13.791
4	8.128	5.557	11.518	2.188	2.986	30.377
5	353	992	4.739	93	1.843	8.020
6	3.742	2.612	1.345	1.012	280	8.991
7	1.560	1.662	1.362	1.310	1.110	7.004
Total	37.543	20.165	25.010	6.326	7.845	96.890

Del análisis del Cuadro 1.2.2 se puede deducir que la superficie de suelos altamente productivos, con escasas limitaciones y que no requieren de tecnologías agronómicas especiales, es 57.708 ha, (I,II, y IIIs), o sea el 60 por ciento de la superficie de los suelos potencialmente regables. Existe además, una superficie de 39.181 ha, que podrían destinarse a la producción frutal si las condiciones microclimáticas y la rentabilidad lo aconsejan.

La segunda situación a evaluar es la de suelos sobre cota de canal.

CUADRO 1.2.3

**SUPERFICIE DE SUELOS POTENCIALMENTE REGABLES
SOBRE COTA ACTUAL DE RIEGO Y SUPERFICIE DE
RINCONADAS POR ZONAS**

Zonas	Superficie bruta estimada ha	Superficie neta estimada ha	Superficie de rinconadas ha
1	4.350	1.305	1.151
2	3.350	1.005	--
3	4.056	1.217	568
4	12.606	3.782	1.196
5	6.619	1.986	--
6	8.600	2.580	--
7	10.225	2.835	--
Total	49.806	14.942	2.915

En el cuadro anterior aparece una estimación preliminar de la superficie por zona de riego, de suelos potencialmente regables sobre cota de canal que han sido determinados en base a los siguientes criterios:

- Elevación de agua no superior a 100 m,
- pendientes inferiores a 35% y
- áreas de superficie no inferior a 50 ha

La superficie determinada según los criterios señalados anteriormente es de 49.806 ha, de las cuales, debido a la escala de trabajo, en principio se estima necesario la eliminación de un 70% debido a afloramientos rocosos, topografía irregular o limitaciones severas de suelo. Este porcentaje podría variar ampliamente en las diferentes zonas de riego y al considerar aspectos económicos y/o microclimáticos, lo que debería precisarse en un estudio más detallado. Esta superficie resultante de 14.942 ha incluye al menos parte de las 2.915 ha consideradas de rinconadas, en la medida que parte de ellas queden por sobre cota de canal hasta los 100 m. de elevación sobre canal.

1.3

ESTUDIO DE RECURSOS HIDRICOS

En consideración a que el presente estudio está orientado a determinar la factibilidad de abastecer sectores deficitarios con los eventuales excedentes del río Aconcagua, resulta de máxima importancia la exactitud de las estadísticas de recursos hídricos que se empleen. Por tal motivo, se ha consultado la utilización del período estadístico que va desde el año 1950 hasta el de 1992. Dicho período cumple condiciones importantes que apuntan a disponer de una estadística confiable como las siguientes:

- Las estaciones en cabecera del río Aconcagua cuentan con estadísticas observadas prácticamente en todo el período, siendo necesarios algunos rellenos que no podrían alterar de forma significativa los resultados.
- El período elegido, de 42 años de extensión, permite estimar valores estadísticas confiables.
- La información básica utilizada, vale decir, archivos del Banco de Datos de la Dirección General de Aguas, es posterior a una revisión de los datos efectuada por esta institución, consiguiendo datos consistentes y confiables.

Cabe señalar que, al momento de realizar el estudio de precipitaciones, no se disponía aún de algunas estadísticas pluviométricas hasta el año 1992, debiendo realizarse el estudio sólo hasta 1990.

1.3.1

PLUVIOMETRIA

El objetivo del estudio pluviométrico realizado es caracterizar el régimen de precipitaciones en la zona del estudio, es decir, en las cuencas de los ríos Aconcagua, Ligua y Petorca. Dicha caracterización se materializa mediante la determinación de los valores medios mensuales y anuales, los estadígrafos comunes de dispersión, la variación estacional de las precipitaciones en estaciones seleccionadas y el trazado de isoyetas medias anuales y estacionales.

Para lo anterior, se recopiló y analizó la información a nivel anual y mensual de 51 estaciones pluviométricas en el área del Proyecto. Los rellenos, correcciones, ampliaciones a un período común y análisis de consistencia se basaron en correlaciones y curvas doble-másicas, lo que permitió disponer de módulos de precipitaciones para el período 1950-1990. El desarrollo detallado de este análisis se puede consultar en el Capítulo 1 de la Subetapa 1.3.

1.3.2

En el cuadro que sigue se resumen las precipitaciones anuales en las estaciones consideradas en este estudio, para diferentes probabilidades de excedencia, en el período 1950/51-1989/90, obtenidas del análisis realizado.

En lo que dice relación con la determinación de precipitaciones extremas, con diferentes duraciones de tormentas y sus respectivos períodos de retorno, se basó ésta en un análisis de frecuencia de los registros de precipitaciones máximas que lleva la Dirección General de Aguas. Se consideran tormentas con duración de 1, 2, 3, 4 y 5 días, cuyos resultados se resumen en el cuadro subsiguiente.

CUADRO 1.3.1

**PRECIPITACIONES ANUALES (mm)
PARA DIFERENTES PROBABILIDADES DE EXCEDENCIA**

ESTACION	20%	50%	80%	90%	ANUAL
HUAQUEN	366,0	256,1	164,8	123,8	268,9
CHINCOLCO	273,7	190,0	106,3	62,5	190,0
EL SOBRANTE	290,9	183,3	115,5	90,7	209,8
LONGOTOMA	389,0	262,5	168,5	128,5	284,4
PETORCA	275,6	182,3	112,7	85,0	199,4
ALICAHUE	357,8	250,5	143,2	87,1	250,5
SAN LORENZO	347,3	234,2	148,5	113,9	254,2
LAS VEGAS	362,0	242,1	151,8	115,6	263,6
LA LIGUA	437,4	298,0	191,5	148,0	322,0
EL INGENIO	412,7	278,8	177,1	136,0	302,3
CATAPILCO	481,4	316,5	280,0	167,1	352,6
LA CANELA	609,8	424,5	280,4	220,8	454,8
CABILDO	261,2	168,8	109,1	86,8	190,8
QUINTERO	467,2	324,6	213,9	168,2	348,0
PUCHUNCAVI	509,3	354,0	238,6	189,5	380,0
SAN FELIPE	302,4	188,2	107,4	76,7	211,6
CATEMU	344,7	229,4	143,7	107,3	250,1
RABUCO	528,2	350,7	232,9	188,0	390,4
CURIMON	328,0	202,0	124,4	96,6	235,0
LO ROJAS	564,8	399,7	272,3	217,9	426,3
SAN ESTEBAN	369,4	257,0	144,6	85,7	257,0
QUILLOTA	505,3	369,2	233,1	162,0	369,2
LOS AROMOS	525,0	386,6	248,1	175,7	386,5
CALLE LARGA	328,6	214,3	130,0	96,9	235,6
LOS ANDES	388,8	240,4	148,6	115,6	278,5
RINC. LOS ANDES	307,3	195,7	124,6	98,4	224,4
LLAY-LLAY	457,2	300,4	184,1	138,1	329,3
SALADILLO	780,4	514,4	316,6	238,2	563,3
VILCUYA	468,5	321,6	208,6	162,3	346,5
EL TABON	410,4	263,0	168,5	133,5	298,1
RIECILLOS	673,1	443,3	292,0	234,7	494,4
C. CHACABUCO	317,6	204,3	121,8	89,7	226,0
LIMACHE	526,6	389,3	265,4	205,4	398,5
R. LO PATOS	415,6	286,8	188,0	146,0	307,8
LLIU-LLIU	724,2	530,8	337,4	236,3	530,8
EL BELLOTO	661,8	462,8	315,0	252,1	496,9
VALPARAISO	513,8	360,5	246,6	198,1	385,2
QUILPUE	561,9	383,7	252,0	200,1	416,8
MARGA-MARGA	615,9	407,9	270,2	217,8	454,8
PTA. CURAUMILLA	337,8	240,0	170,5	142,6	260,1
LAGO PEGNUELAS	882,8	586,0	389,0	313,9	651,8
RODELILLO	631,6	450,1	301,5	234,8	472,9
SAN ANTONIO	533,0	377,5	257,5	206,1	402,5
COLLIGUAY	836,4	554,8	368,1	296,9	617,4

CUADRO 1.3.2

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 1 DIA (mm)

ESTACION	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS				
	1000	500	100	20	5
RIECILLOS	208,3	193,0	157,3	121,2	88,7
VILCUYA	149,8	138,7	112,9	86,9	63,4
SAN FELIPE	127,7	117,8	94,9	71,7	50,7
LOS PATOS	158,8	147,0	119,8	92,3	67,5
CATEMU	143,2	132,0	106,0	79,8	56,1
RABUCO	205,5	190,1	154,5	118,5	86,0
LO ROJAS	222,6	205,9	167,3	128,2	93,0
EL SOBRANTE	138,6	128,0	103,4	78,6	56,2
ALICAHUE	138,5	128,4	105,0	81,4	60,1

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 2 DIAS (mm)

ESTACION	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS				
	1000	500	100	20	5
RIECILLOS	360,0	332,0	266,0	200,0	140,0
VILCUYA	243,0	224,1	180,2	135,8	95,8
SAN FELIPE	192,0	176,7	141,0	104,9	72,4
LOS PATOS	241,3	222,9	180,1	136,9	97,9
CATEMU	225,6	207,4	165,3	122,7	84,3
RABUCO	299,7	277,0	224,2	170,8	122,7
LO ROJAS	311,7	288,2	233,4	178,0	128,1
EL SOBRANTE	175,7	162,1	130,4	98,4	69,6
ALICAHUE	230,9	212,7	170,5	127,9	89,5

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 3 DIAS (mm)

ESTACION	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS				
	1000	500	100	20	5
RIECILLOS	465,0	428,0	340,0	252,0	172,0
VILCUYA	287,4	264,7	211,9	158,6	110,5
SAN FELIPE	226,2	207,8	165,1	122,0	83,2
LOS PATOS	289,4	267,0	214,8	162,1	114,5
CATEMU	265,4	243,7	193,3	142,3	96,4
RABUCO	358,1	330,2	265,4	199,9	140,9
LO ROJAS	374,1	345,0	277,3	208,9	147,2
EL SOBRANTE	205,9	189,6	151,9	113,6	79,1
ALICAHUE	271,7	249,9	199,3	148,2	102,0

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 4 DIAS (mm)

ESTACION	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS				
	1000	500	100	20	5
RIECILLOS	494,1	454,8	363,3	270,8	187,4
VILCUYA	323,6	297,9	238,0	177,5	123,0
SAN FELIPE	253,0	232,3	184,3	135,7	91,9
LOS PATOS	311,4	287,1	230,2	173,7	122,2
CATEMU	291,8	267,8	212,0	155,6	104,7
RABUCO	400,1	368,7	295,6	221,7	155,1
LO ROJAS	415,6	383,0	307,2	230,6	161,5
EL SOBRANTE	215,6	198,5	158,7	118,4	82,1
ALICAHUE	294,2	270,6	215,7	160,2	110,2

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 5 DIAS (mm)

ESTACION	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS				
	1000	500	100	20	5
RIECILLOS	520,5	479,0	382,3	284,7	196,7
VILCUYA	355,3	326,7	260,3	193,1	132,5
SAN FELIPE	267,1	245,2	194,3	142,8	96,4
LOS PATOS	341,3	314,3	251,6	188,3	131,1
CATEMU	310,8	285,1	225,4	165,1	110,7
RABUCO	441,1	406,2	325,0	242,9	168,9
LO ROJAS	446,7	411,5	329,7	246,9	172,3
EL SOBRANTE	231,7	213,2	169,9	126,3	86,9
ALICAHUE	308,8	284,0	226,3	168,0	115,4

Los principales recursos superficiales se encuentran en los cursos de los ríos Aconcagua, Ligua y Petorca, a la salida de la cordillera. Dichos ríos presentan un régimen nivo-pluvial, en el que predominan los volúmenes escurridos durante el deshielo.

Una breve descripción de la hidrografía involucrada en este estudio puede resumirse en los términos que siguen:

a.- Río Aconcagua

Este río nace en el campo de nieves eternas de Los Leones, localizado en el sector limítrofe de Los Andes. El nombre de río Aconcagua rige después de la junta de los ríos Juncal y Blanco. Más abajo de esta confluencia y aún en el sector andino, recibe el aporte del río Colorado por el lado norte. Ya fuera del sector andino recibe, también por el lado norte, uno de sus principales afluentes, el río Putaendo, junto con el estero Quilpué. En el mismo sector y por el lado sur recibe al estero Pocuro. A partir de este punto, el río escurre en dirección oeste, trayecto en el que recibe aportes menores proveniente de varios esteros, como son Lo Campo, Catemu, Los Loros, Romeral entre los más importantes. Finalmente, en la parte baja recibe al estero Limache, para desembocar en el mar junto al balneario de Concón.

b.- Río Putaendo

Debido a que posee una importante área de riego y a su incidencia en la recarga del acuífero, se le describe de forma separada.

Este río nace de la confluencia de los ríos Rocín e Hidalgo, en el sector cordillerano, presentando por ello un régimen nivo-pluvial. En el sector de Resguardo Los Patos recibe el estero Chalaco que escurre en dirección norte-sur. A partir de este punto, el río se orienta algo hacia el sur para desembocar en el Aconcagua aguas abajo de la ciudad de San Felipe. Este último tramo se caracteriza por ser altamente permeable, siendo una zona de recarga del acuífero.

c.- Río Ligua

Este río nace en la divisoria de agua de las cuencas de los ríos Choapa y Aconcagua. En su parte alta existe una pequeña laguna que ha sido utilizada con fines de riego. Su afluente más importante es el estero Los Angeles, que le llega por lado sur, poco aguas arriba de la ciudad de Cabildo. El río Ligua toma su nombre a partir de la

1.3.6

confluencia antes señalada. Algo aguas arriba de la ciudad de La Ligua se le une la quebrada La Patagua. Finalmente, después de unos 25 kilómetros, desemboca en el mar junto al río Petorca.

d.- Río Petorca

Este río nace en el cordón de cerros que separa su cuenca de la del río Choapa, a unos 3900 m.s.n.m., con el nombre de río Sobrante. Este último escurre de Este a Oeste para, a la altura de Chincolco, recibir por el lado norte el río Pedernal. A partir de aquí, el río se denomina Petorca. Sus afluentes más importantes, aunque de pequeña magnitud, son el estero Las Palmas y la quebrada Denker o Chicharra. Finalmente, el río desemboca en el mar a través de la laguna de Longotoma.

1.3.2.1 Análisis de los Recursos Hídricos

Las escorrentías estudiadas para los ríos Aconcagua, Ligua y Petorca que se presentan a continuación son el resultado del análisis de las estadísticas observadas en las estaciones fluviométricas. Los tres ríos cuentan con estaciones de control en cabecera los que han permitido determinar las características de los recursos hídricos a la entrada de la zona de riego.

Es interesante señalar la proporción que se da en los ríos Aconcagua, Ligua y Petorca entre los caudales que entran al sector de riego por sus respectivas cabeceras y los aportes de las cuencas intermedias pluviales que se desarrollan aguas abajo hasta el mar, (Subetapa 4.1, Capítulo 3, Acápite 3.3.5 Antecedentes Hidrológicos). En efecto, lo expuesto puede resumirse como sigue:

- Valle del Aconcagua: Sumando los recursos hídricos en cabecera, a saber, los que entran por la Estación de Chacabuquito, los de Putaendo en Resguardo Los Patos y los esteros Jahuel, San Francisco, El Cobre y Pocuro, evaluados antes de canales, se obtiene un valor esperado anual de 45.21 m³/s, mientras que las cuencas pluviales que siguen aguas abajo llegan sólo a 4.05 m³/s. Es decir, el aporte de la cuenca pluvial alcanzaría sólo al 8% del total de recursos en la cuenca.

- Valle de La Ligua: Por la estación de Alicahue en Colliguay ingresan 1.46 m³/s, siendo el aporte pluvial de aguas abajo de 0.86 m³/s. Vale decir, los recursos que ingresan en el sector alto se incrementan, por efecto de las cuencas pluviales, en un 59% .

- Valle del Petorca: Los recursos de cabecera llegan a 1.45 m³/s, considerando en esta cifra los caudales que ingresan a través de las estaciones de Tejada en Pedernal y Sobrante en Piñadero, además de dos pequeñas cuencas que son Chalaco y Cortadera. Por su parte,

1.3.7

las cuencas intermedias pluviales de aguas abajo llegan a 0.60 m³/s, vale decir a un 41% .

En consecuencia, la proporción de los aportes intermedios, frente a los de cabecera, pasan de ser relativamente poco significativos en la cuenca del río Aconcagua a muy importantes en los valles de La Ligua y Petorca.

CUADRO 1.3.3

PROYECTO ACONCAGUA V REGION CAUDALES MEDIOS ANUALES, ESTACIONALES Y MENSUALES ESTACIONES DE CABECERA

ESTACION	PROB	CAUDAL MEDIO (m3/s)													
	EXCED %	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL	ESTAC
ACONCAGUA EN CHACABUQUITO	20	19.04	15.96	16.14	19.30	22.40	26.56	44.70	86.90	120.00	95.30	55.40	32.56	46.50	405.00
	PROM	15.94	13.07	13.81	15.04	16.50	20.26	31.74	61.07	80.95	63.60	41.17	25.56	33.23	304.08
	50	14.45	13.20	12.70	13.65	14.65	17.95	29.00	55.95	70.00	44.85	33.00	21.00	31.00	268.00
	85	11.02	8.80	7.95	8.52	9.46	11.35	18.86	34.80	33.15	32.25	25.63	16.54	18.50	172.00
	95	9.14	7.01	6.26	6.02	6.29	8.76	11.65	18.89	21.60	25.52	20.56	13.85	13.50	122.00
PUTAENDO EN RESGUARDO LOS PATOS	20	4.77	4.14	4.32	5.53	7.31	10.00	17.86	27.10	30.92	18.78	8.69	6.27	13.80	118.00
	PROM	3.38	3.13	3.73	4.95	7.00	7.75	11.68	18.67	20.38	11.26	5.97	4.40	8.52	73.44
	50	2.98	3.36	3.45	3.81	4.27	5.41	9.62	16.90	13.65	6.53	4.45	3.76	6.70	52.00
	85	1.62	1.62	2.07	1.76	2.76	2.75	3.93	5.17	4.12	2.85	2.31	2.03	3.15	22.70
	95	1.10	1.20	1.34	1.29	1.42	1.73	2.20	2.55	2.87	1.98	1.47	1.14	2.10	14.70
ALICAHUE EN COLLIGUAY	20	0.78	1.07	1.12	1.34	1.82	2.64	5.01	5.35	3.19	1.85	1.15	0.86	2.04	15.60
	PROM	0.56	0.66	0.88	1.13	1.39	1.69	2.84	3.45	2.19	1.14	0.76	0.57	1.44	10.98
	50	0.45	0.63	0.72	0.82	0.94	1.14	1.76	2.08	0.91	0.61	0.57	0.48	1.03	6.70
	85	0.21	0.28	0.31	0.38	0.50	0.55	0.54	0.45	0.36	0.33	0.26	0.22	0.46	2.60
	95	0.15	0.18	0.23	0.20	0.22	0.23	0.24	0.19	0.18	0.16	0.14	0.16	0.22	1.30
SOBRANTE EN PIÑADERO	20	0.58	0.62	0.77	1.25	1.69	2.53	3.07	3.65	1.69	1.24	0.85	0.64	1.48	10.80
	PROM	0.39	0.43	0.60	0.90	1.15	1.48	2.02	2.38	1.36	0.75	0.50	0.40	1.03	7.50
	50	0.31	0.41	0.53	0.56	0.80	0.94	1.65	1.57	0.60	0.39	0.30	0.32	0.77	4.70
	85	0.14	0.15	0.22	0.25	0.35	0.45	0.52	0.42	0.25	0.19	0.13	0.14	0.34	1.97
	95	0.08	0.09	0.12	0.11	0.15	0.19	0.19	0.12	0.03	0.13	0.07	0.09	0.16	1.02
PEDERNAL EN TEJADA	20	0.076	0.094	0.218	0.463	0.690	0.864	1.244	1.264	0.365	0.177	0.107	0.074	0.475	3.100
	PROM	0.060	0.070	0.160	0.330	0.440	0.530	0.740	0.780	0.280	0.110	0.070	0.050	0.300	2.040
	50	0.039	0.064	0.128	0.235	0.285	0.320	0.449	0.323	0.098	0.044	0.032	0.030	0.205	1.130
	85	0.017	0.025	0.041	0.099	0.106	0.145	0.121	0.068	0.032	0.024	0.014	0.013	0.070	0.310
	95	0.008	0.015	0.003	0.046	0.052	0.046	0.044	0.005	0.012	0.013	0.006	0.007	0.037	0.130

NOTA: LA COLUMNA "ESTAC" CORRESPONDE A LA SUMA DE LOS CAUDALES MENSUALES DEL PERIODO OCT-MAR.

1.3.9

1.3.2.2 Caudales extremos afluentes a los embalses

El estudio de caudales extremos incluyó la determinación de las crecidas afluentes a los embalses Puntilla del Viento y Los Angeles. En ambos se utilizó la Precipitación Máxima Probable (CMP) y una relación de precipitación-escorrentía representada por el Hidrograma Unitario. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Embalse Puntilla del Viento

Tr (años)	QMI (m ³ /s)
-----	-----
1 000	1 200
10 000	1 650
CMP	3 200

- Embalse Los Angeles

Tr (años)	QMI (m ³ /s)
-----	-----
1 000	830
10 000	1 080
CMP	1 570

1.3.2.3 Transporte de Sedimentos

La determinación del sedimento afluente al embalse Puntilla del Viento se basó en las estadística de sedimento en suspensión que controla la DGA en la estación de Chacabuquito. Se cuenta en dicha estación con un registro que va desde el año 1966 hasta el de 1992.

A partir de los antecedentes mencionados y de los caudales diarios, se determinó la relación entre el gasto líquido y el gasto sólido, como también su distribución de frecuencia. A partir de ésta se estimó el volumen afluente esperado de sedimentos.

En relación al embalse de Los Angeles, cabe destacar que, por carecer de control fluviométrico y sedimentométrico, la determinación del sedimento afluente se basó en tasas regionales de sedimentos.

1.3.10

El arrastre de fondo se ha estimado como una proporción del sedimento en suspensión, para la que se ha tomado la cifra de 20%. Los resultados obtenidos para ambos proyectos embalses arrojan las siguientes cifras:

- Puntilla del Viento.....959 000 m³/año
- Los Angeles.....44 100 m³/año

1.3.3 RECURSOS SUPERFICIALES NO CONTROLADOS

Como se sabe, el Proyecto Aconcagua contempló la formulación de un Modelo de Simulación de la Operación, MSO, el que requería sumar a los recursos hídricos en la cabecera de los ríos todos aquellos recursos superficiales que generan las precipitaciones en las cuencas pluviales que siguen aguas abajo. Tales recursos de régimen pluvial deben estar discretizados de manera consistente con la localización de los sectores de riego que considera el MSO. Dicha discretización generó una serie de 38 sub-cuencas, las que lógicamente no cuentan con control fluviométrico, por lo que las escorrentías que ellas generan debieron estimarse por métodos empíricos.

El método utilizado se basó en la fórmula de Turc, la que se contrastó con escorrentías determinadas en la zona del estudio. El detalle de la metodología y los resultados obtenidos (las estadísticas de caudales medios mensuales de cada una de las subcuencas) se presenta en la Subetapa 4.1, Capítulo 3, Acápites 3.3.5 "Antecedentes Hidrológicos".

Tal como se anotara anteriormente, en el acápite 2.3.4, los recursos provenientes de las cuencas pluviales son de una proporción relevante frente a los de cabecera en los valles de La Ligua y Petorca, no así, en el valle del río Aconcagua.

1.3.4 RECURSOS SUBTERRANEOS

1.3.4.1 Introduucción General

El estudio de recursos hídricos subterráneos considera los acuíferos existentes en el valle del río Aconcagua y tributarios, como también los existentes en los valles de los ríos Ligua y Petorca.

En el valle del río Aconcagua y sus afluentes, existen cinco embalses subterráneos que aunque conectados geológicamente e hidráulicamente entre ellos, pueden y deben en cierto modo ser tratados en forma independiente por diferentes razones. La primera y la más importante es que cada uno de ellos tienen sus propias particularidades. En segundo lugar corresponden a situaciones hidrogeológicas diferentes y finalmente porque coinciden con las divisiones en secciones del río para la distribución del agua superficial.

Los embalses subterráneos identificados en el valle del río Aconcagua son los siguientes:

- Acuífero aluvial del río Aconcagua entre Los Andes y San Felipe (ubicado en la 1ª Sección).
- Relleno aluvial del río Putaendo (afluente del Aconcagua al final de la 1ª Sección).
- Relleno aluvial del río Aconcagua entre San Felipe y Romeral Incluyendo acuífero del sector de Llay Llay y parte del estero Catemu (ubicado en la 2ª Sección).
- Acuífero aluvial del río Aconcagua entre Romeral y Puente Colmo. (ubicado en 3ª Sección)
- Acuífero del aluvial del río Aconcagua entre Puente Colmo y Desembocadura (ubicado en 4ª Sección).

Los acuíferos de los valles de los ríos Ligua y Petorca se pueden seccionar para un tratamiento más uniforme, aunque la cantidad y calidad de información es menor. De este modo, los planos de las características hidrogeológicas se han dividido en:

- Acuífero río Ligua propiamente tal, desde desembocadura hasta junta con estero Los Angeles.
- Acuíferos de los afluentes del río Ligua, los esteros Alicahue y Los Angeles.

1.3.12

- Acuífero río Petorca, entre desembocadura y junta con estero Las Palmas.
- Acuífero río Petorca interior, aguas arriba estero Las Palmas.

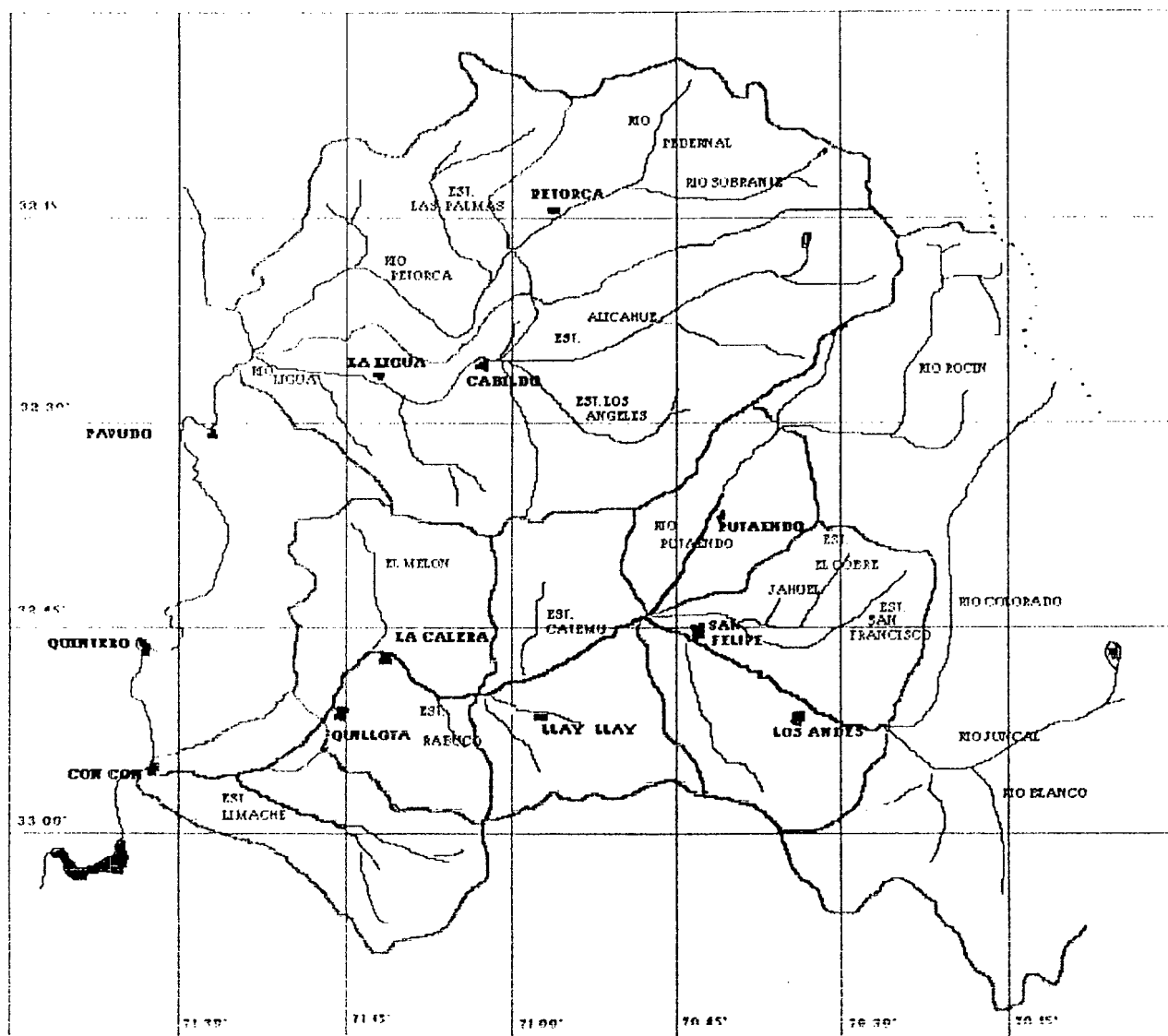
Los acuíferos estudiados se presentan en planos a escala 1:50.000 para cada uno de los sectores antes señalados, donde se vierte toda la información recolectada y generada.

El tratamiento del estudio se ha realizado en forma independiente para cada sector (embalse subterráneo) de modo que el formato de presentación y el índice es el mismo para los diferentes sectores, lo cual implica que algunas consideraciones de carácter general se repiten en varios acuíferos del valle de Aconcagua, situación que en el caso del Ligua y Petorca no posee antecedentes suficientes para un tratamiento más acabado.

Se ha dividido cada acuífero o embalse subterráneo en 10 subcapítulos para un tratamiento detallado de él. Los temas analizados se pueden resumir a continuación:

- 1) Definición del Embalse Subterráneo.
- 2) Características Geométricas (límites geográficos, bordes laterales y de fondo, espesor saturado).
- 3) Características Hidráulicas (Transmisibilidad, Caudal Específico, Coeficiente de Almacenamiento).
- 4) Características de la Napa (variación histórica de niveles, profundidad del nivel de saturación, sentido de escurrimiento, calidad química).
- 5) Relaciones río acuífero.
- 6) Catastro de Puntos Acuíferos
- 7) Funcionamiento Hidráulico del Embalse Subterráneo (las entradas y salidas de agua).
- 8) Balance de Entradas y Salidas.
- 9) Posibilidades de Explotación (selección de lugares más adecuados, sondajes tipo).
- 10) Previsión futura de la evolución de los recursos subterráneos y gestión.

En la página siguiente se presenta un croquis de ubicación de los sectores estudiados.



ESTUDIO ACONCAGUA

"PLANO UBICACION GENERAL"

1.3.4.2 Definición y Características de los Embalses Subterráneos

En los capítulos siguientes se resumen las características de cada uno de los acuíferos estudiados.

1.3.4.2.1 Acuífero Valle río Aconcagua Sector Los Andes-San Felipe

Los antecedentes recolectados se traducen en 4 planos de este sector. Ellos son:

Transmisibilidad
Variación de Niveles
Espesor Saturado
Calidad Química

- Definición del Embalse Subterráneo

Este se encuentra formado por una depresión geológica de tipo fluvial con características de bolones, grava, arena y arcilla. El límite Este se encuentra en la angostura del valle en Chacabuquito y el límite Oeste, otra angostura superficial en San Felipe, pero fundamentalmente por el fondo disminuyendo el espesor total del acuífero. El espesor medio del acuífero sobrepasa los 200 metros. Corresponde a un embalse subterráneo de grandes dimensiones con un área superficial de 180 km².

- Características Geométricas

En cuanto a relieve hay tres aspectos importantes en relación con el acuífero, en primer lugar la existencia de dos serranías de sentido Norte-Sur aproximadamente, que se manifiestan al Norte del actual curso del río Aconcagua y que continúan en profundidad hacia el sur. Los otros aspectos se refieren al Estero Quilpué y al Estero Pocuro, en los extremos Norte y Sur del relleno del valle respectivamente. Estos se han formado por la gran potencia del relleno del valle del río Aconcagua dejando un declive hacia el Norte y hacia el Sur, estando el punto más alto coincidiendo con el curso actual del río Aconcagua.

Los límites geográficos coinciden con el sector plano o de llanura que existe entre las ciudades de Los Andes y San Felipe y los cerros circundantes.

El espesor saturado se puede indicar que varía entre unos 100 a 200 m en la parte alta, en las inmediaciones de Los Andes y Calle Larga y continúa aumentando hacia aguas abajo con valores entre 300 a 400 m y más en las inmediaciones de San Felipe.

De acuerdo a los cálculos efectuados en base a lo anterior, el material acuífero alcanza un volumen por sobre los 24.000 Millones de m^3 . Lo que se traduce en una **capacidad de almacenamiento entre 2.400 y 3.600 millones de m^3** . Considerando coeficientes de almacenamientos medios entre 10% y 15%.

- Características Hidráulicas

Se han analizado tres características hidráulicas, sean ellas, Transmisibilidad, Coeficiente de Almacenamiento y Caudal Específico.

Para analizar los caudales específicos (q_e) se dispuso de 36 datos de pozos existentes en la zona con valores de caudal específico entre 5 y 60 l/s/m, ubicándose los mayores alrededor de los 30 l/s/m, distribuidos en toda la zona, de preferencia en la parte central y alrededores del río Aconcagua y San Felipe. Los valores medios para el caudal específico ocurren alrededor de los 15 l/s/m.

La Transmisibilidad se determinó en base a los mismos caudales específico. Para ello se usó la relación $T = q_e \cdot 250$ (con T en $m^3/día/m$ y q_e en l/s/m). También se consideraron 9 pruebas de bombeo. Los valores de T en los bordes del acuífero se presentan por sobre los 1.000 $m^3/día/m$ aumentando hacia el centro del acuífero y las cercanías del río Aconcagua, con valores entre 12.000 hasta 20.000 $m^3/día/m$.

El valor del coeficiente de almacenamiento ha sido estimado en función a las características de acuífero libre entre 10% y 15%. Ello en ausencia de pruebas de bombeo de larga duración con pozos de observación.

- Características de la Napa

Se han analizado 4 características de la napa tales como: variación histórica de niveles, profundidad del nivel de saturación, sentido de escurrimiento y calidad química.

La **variación de niveles**, se ha presentado en un plano que permite apreciar su comportamiento histórico como también su distribución espacial. Se han graficado 24 pozos con registros de niveles, con datos entre 1967 a la fecha.

Las variaciones de nivel son importantes en este acuífero principalmente en la parte alta de él y es necesario tenerlas presente al momento de programar la construcción de sondeos. Las fluctuaciones máximas históricas presentan oscilaciones en un rango entre 30 a 35 metros. El área de la superficie freática se calcula alrededor de los 150 km^2 . Así fluctuaciones de 1 metro de la napa, en promedio, se traducen en variaciones del almacenamiento entre 15 y 22 millones de m^3 del embalse subterráneo. El sector en la parte

baja en las cercanías de San Felipe presenta menores fluctuaciones influenciadas por la angostura que allí se produce y por las cercanías del río Aconcagua como principal fuente de recarga.

La profundidad de la napa se observa en el mismo plano de variación de niveles y resumen en tres zonas:

- * Zona Alta Los Andes Calle Larga entre 70 y 100 m bajo nivel de terreno en promedio considerando las fluctuaciones históricas.
- * Zona Intermedia San Rafael-Bucalemu-Estero San Francisco, con profundidades entre 30 y 70 m.
- * Zona Baja San Felipe-Curimón entre 1 y 30 metros bajo nivel de terreno.

El Sentido de Esguerramiento, se ha determinado en base a las isopiezas del plano antes señalado y es sensiblemente paralelo al sentido de esguerramiento del río del Aconcagua y a los descensos de la topografía. Sigue preferentemente una dirección Sureste-Noroeste.

La calidad química se presenta en un plano mediante diagramas de Stiff que se explica por si solo.

- Relaciones Río Acuífero

De acuerdo a las variaciones históricas de nivel, éstas presentan sus máximas en los meses de las crecidas de deshielo. Por lo tanto el río es una de las entradas importantes al acuífero.

- Catastro de Puntos Acuíferos

Se recopilaron antecedentes sobre un total de 62 pozos con sus respectivas características de construcción como de rendimientos. Se listan los 62 pozos y 22 características de cada uno de ellos, tales como; rol del Banco Nacional de Aguas, latitud y longitud del pozo, carta IGM de ubicación, comuna, nombre del predio y del propietario, cota, profundidades de perforación y habilitación, caudal, nivel estático y dinámico, etc.

- Funcionamiento Hidráulico del Embalse Subterráneo

En cuanto al funcionamiento del acuífero, las entradas más importantes se producen por infiltración desde el río Aconcagua y los esteros Quilpué y Pocuro, además por la infiltración de los campos de riego y de la red de canales tanto matrices como secundarios y terciarios. En tercer lugar en importancia se encuentran las infiltraciones directas de la lluvia. La

infiltración producida por el río es abundante en las épocas de crecida, tanto de invierno como las de deshielo, porque en estos casos, el agua escurre en el área de inundación del río, lugar en el cual no se ha formado la capa de arcilla que existe en el cauce normal. De ahí que cuando se hacen las mediciones de pérdidas en el río mediante aforos diferenciales ésta resulta de poca importancia, sin embargo estos resultados no son extrapolables a las épocas de mayor caudal en el río. Dentro de este aspecto cabe mencionar la posibilidad de inducir recarga, mediante una preparación del lecho del río, por medio de bulldozer antes de las épocas de crecidas para aumentar tanto la permeabilidad del lecho, como el área de infiltración. Este trabajo es relativamente barato, en comparación con los beneficios que reporta, por cuanto permite usar el embalse subterráneo como un elemento de regulación y servir de alternativa para algún embalse superficial o bien de complemento de éste. Esta operación abre un abanico de alternativas al manejo de los recursos hídrico de la cuenca.

En lo que se refiere a las salidas de agua éstas se producen mayoritariamente en forma subterránea hacia el acuífero de más abajo denominado San Felipe-Romeral. Además constituyen descargas las salidas por bombeo desde pozos profundos. El orden de magnitud de estas salidas es muy inferior a la anterior y corresponden a sondeos que sirven de apoyo y seguridad al riego con agua superficial para los meses de escasez.

- Balance de Entradas y Salidas

En resumen se trata de un gran embalse de regulación subterráneo que tiene un volumen embalsado de 2400 Hm³ y con un balance anual de 240 Hm³, este último puede ser aumentado considerablemente, mediante el sistema de infiltración dirigida y programada.

Los ingresos más importantes corresponden al río con valores medios de 120 Hm³/año, le sigue el riego con valores medios de 90 Hm³. Las salidas más importantes corresponden a las subterráneas con valores cercanos 200 millones m³/año.

- Posibilidades de Explotación

Las posibilidades de explotación presentan amplias perspectivas y se indican 3 "sondeos tipo" para distintos sectores dentro del embalse subterráneo de Los andes-San Felipe.

Sector Inferior San Felipe-Curimón

Profundidad Sondeo (m):	50
Caudal (l/s):	100
Caudal Específico (l/s/m):	30

Nivel Estático (m):	3-15
Nivel Dinámico (m):	5-20
Fluctuaciones Nivel Anual (m):	4-9
Fluctuaciones Nivel Hiperanual(m):	10-20

Sector Intermedio Curimón-Rinconada

Profundidad Sondeo (m):	100
Caudal (l/s):	80
Caudal Específico (l/s/m):	20
Nivel Estático (m):	50-60
Nivel Dinámico (m):	60-70
Fluctuaciones Nivel Anual (m):	5-10
Fluctuaciones Nivel Hiperanual(m):	15-30

Sector Alto Los Andes-Calle Larga

Profundidad Sondeo (m):	160
Caudal (l/s):	60
Caudal Específico (l/s/m):	15
Nivel Estático (m):	70-100
Nivel Dinámico (m):	75-110
Fluctuaciones Nivel Anual (m):	10-15
Fluctuaciones Nivel Hiperanual(m):	15-35

- Previsión Futura de la Evolución de Recursos Hídricos

En este tema se pueden distinguir tres aspectos que inciden en la situación futura tales como: proliferación de sondeos y extracciones, relaciones entre usuarios y gestión del recurso hídrico subterráneo.

La proliferación de sondeos demorará en el tiempo en base al número más bien reducido de ellos en la actualidad y que los recursos superficiales aún no son escasos.

Las relaciones de usuarios deberán tender en el tiempo a Organizaciones de Usuarios del embalse subterráneo de igual manera como ocurre con las aguas superficiales.

La gestión del recurso hídrico debe considerar mantener un control y auscultación del acuífero mediante registros de niveles y calidades químicas. Estudiar la recarga artificial con miras a una explotación programada e intensiva.

1.3.4.2.2 El Acuífero de San Felipe-Romeral

La característica principal de este , que lo hace diferente de los demás es que en casi toda la extensión el nivel de saturación está por el borde del nivel de terreno , lo cual hace que se produzcan innumerables vertientes, este rasgo hidrogeológico es común en casi todos los acuíferos de los valles transversales. Si bien las características del relleno son gravas y arenas, con arcillas y bolones en algunos sectores, es de menor permeabilidad que en el Sector Los Andes San Felipe lo cual influye y es una de las causas de la existencia de las vertientes, éstas en su mayoría alimentan a los canales de regadío que captan sus aguas desde el río, siendo por lo tanto las aguas de riego una mezcla de aguas de río con aguas de vertiente. Además se produce otro fenómeno y es que al estar el río en el centro del valle a mayor cota que los costados, se suelen producir en épocas de crecidas infiltraciones desde el río constituyendo otro elemento de recarga. Sin embargo el gran factor de alimentación de las vertientes es el que se refiere a las entradas laterales en forma subterránea proveniente de las salidas laterales subterráneas de los acuíferos de Los Andes San Felipe y Putaendo.

- Definición del Embalse Subterráneo

Este sector se presenta como acuífero principal más sus áreas acuíferas laterales tales como el acuífero de Catemu y Llay Llay.

- Características Geométricas

Se extiende desde aguas abajo de San Felipe, en la desembocadura del río Putaendo, hasta la Puntilla de Romeral. Existen dos áreas tributarias que se manifiestan y que se limitan por el Este y Oeste, ellas son Llay-Llay y Catemu respectivamente.

El embalse presenta una superficie de aproximadamente 90 km² con una profundidad media por sobre los 200 m. para cálculos comparativos con los otros embalses. Se dispone de antecedentes de valores de espesor de acuífero entre 300 y 400 metros. Las superficies de acuífero consideradas en Catemu corresponden a 14 km². y Llay Llay de 26 km².

Se han realizado cubicaciones aproximadas del embalse subterráneo y se puede considerar 200 m. como la profundidad media utilizable. Lo anterior corresponde a un volumen de material acuífero de 19000 millones de m³ que corresponderían a un volumen de agua almacenada entre 1900 a 2800 millones de m³. Se puede considerar 2000 millones de m³ como agua almacenada en el acuífero como valor medio. Este valor no sufre variaciones producto de las fluctuaciones de nivel que en este sector son mínimas no sobrepasado 1 a 2 metros.

- Características Hidráulicas

Los valores de Caudal Específico de pozos existentes en este sector alcanzan valores extremos desde 1 a 40 l/s/m. El promedio de los caudales específicos es cercano a 7 l/s/m y los valores más comunes fluctúan entre 3 y 4 l/s/m.

Respecto a los valores de Transmisibilidad este acuífero exhibe un valor más alto en la zona superior cercana a la confluencia del río Putaendo, con valores cercanos a 20.000 m³/día/m que van decreciendo a cifras alrededor de 2.500 m³/día/m hacia aguas abajo en la confluencia del estero Catemu. El sector de Catemu presenta valores de T en la zona media del valle a la salida del Cajón de La Fortuna de 7.000 a 10.000 m³/día/m. En el sector de Llay Llay los valores identificados ocurren desde 250 a 2.500 m³/día/m y en el sub-sector de Porvenir alcanzan hasta 5.000 m³/día/m.

El coeficiente de Almacenamiento regional se considera de entre 10 y 15%, aunque en el sector de Llay Llay se presentan zonas confinadas donde este valor se reduce a cifras del orden del 1%.

- Características de La Napa

Respecto a la variación histórica de niveles se ha visualizado en base a 8 pozos que presentan registros de 1967 a la fecha. Se puede indicar que las fluctuaciones en la totalidad del sector son prácticamente inexistentes. Existe una independencia de las variaciones frente a años secos y aquellos abundantes del recurso.

Entre Chagres y Panquehue las fluctuaciones máximas históricas no han sobrepasado los 2 metros. La zona de Catemu presenta mayores variaciones donde las variaciones ocurren entre 4 y 7 m disminuyendo hacia la confluencia con el río Aconcagua. La fosa de Llay Llay presenta la napa entre cero y 1 metro bajo el terreno de modo que las fluctuaciones son de algunos centímetros y conllevan a condiciones de terrenos con deficiencias de drenaje.

En general se puede decir que la napa se ubica en toda la zona entre 1 y 3 metros bajo nivel de terreno como valor medio.

El sentido de escurrimiento es sensiblemente paralelo al sentido de escurrimiento del río Aconcagua y a los descensos de la topografía del valle con direcciones Oriente Poniente entre Panquehue y Chagres y en la dirección de los escurrimientos superficiales de los esteros Catemu y Los Loros.

La calidad química también en este caso se ha presentado en un plano denominado "Calidad Química" mostrada a través de diagramas de Stiff.

- Relaciones río Acuífero

Este sector se caracteriza por presentar abundantes recursos superficiales producto de recuperaciones, los cuales por provenir del agua subterránea son bastante independientes de las características hidrológicas del año, es decir presentan un retardo producto del almacenamiento del embalse subterráneo.

- Catastro de Puntos Acuíferos

Se recopilaron antecedentes sobre un total de 44 pozos con sus respectivas características antes señaladas.

- Funcionamiento Hidráulico del Embalse

Este acuífero se encuentra escasamente explotado , debido a la gran abundancia de agua superficial, lo que lo hacen innecesario para ser explotado como elemento de seguridad.

En todo caso, este acuífero es de grandes dimensiones tanto en el sentido horizontal como vertical , tiene un volumen almacenado de 3300 Mm³ aproximadamente, de los cuales 1900 se encuentran en el tercio superior que es relativamente más permeable que el resto.

Dado que no hay explotación en él constituye un recurso de agua muy importante y a la vez ser un elemento de regulación , que puede ser empleado en combinación con los embalses superficiales. En este punto es preciso aclarar un concepto, que generalmente lleva a desechar el uso conjunto de los embalses superficiales y subterráneos. Este argumento consiste en que se afirma que toda el agua subterránea en circulación en el acuífero termina por salir a la superficie en forma de vertientes que alimentan al río y que en consecuencia no se pueden extraer sin perjuicio de terceros. Este punto de vista es erróneo por cuanto no toma en cuenta la velocidad del escurrimiento de las aguas subterráneas en relación a las aguas superficiales, las primeras son de centímetros al día y las segundas de kilómetros/hora. Esto hace que el acuífero tenga una gran inercia en su respuesta a las extracciones de agua, porque el tiempo que tardaría en afectar a las vertientes es muy superior al plazo en el cual se vuelve a recuperar el nivel de saturación del agua subterránea como resultado de las infiltraciones provocadas por el río en épocas de crecida, tanto de invierno producto de las lluvias, como de verano producto del derretimiento de las nieves. Estos fenómenos ocurren prácticamente todo el año , salvo en las extremas sequías. En todo el tiempo que se tarda en afectar a las vertientes puede ser medido en décadas o eventualmente en lustros.

- Balance de Entradas y Salidas

El volumen de regulación se ha considerado de alrededor de 400 millones de m³ anuales, siendo los ingresos más importantes los subterráneos en conjunto con los aportes potenciales de infiltración del río por sobre los 350 millones de m³ anuales. Las salidas principales corresponden a las recuperaciones de ríos y esteros con cifras cercana a los 400 millones de m³ donde gran parte de ella es aprovechada por los canales de regadío. Le siguen en menor magnitud la evaporación con unos 15 millones de m³ y las salidas subterráneas con valores de unos 5 millones de m³.

- Posibilidades de Explotación

Este acuífero puede ser objeto de una mayor explotación para lo cual es indispensable un adecuado monitoreo del acuífero y de la relación río-acuífero para ir con ello ajustando el empleo de este recurso en función de las observaciones y medidas realizadas. Es altamente recomendable la construcción de un modelo hidrogeológico matemático para programar el empleo de este acuífero, en especial para simular la relación entre el acuífero y las vertientes.

Una sobre-explotación en épocas de estiaje es altamente recomendable para su empleo en agricultura y esta podría ser del mismo orden de magnitud que la regulación natural.

Se han considerado tres sondeos tipo para la zona:

Sector San Felipe-Panquehue

Profundidad Sondeo (m):	40
Caudal (l/s):	40 - 50
Caudal Específico (l/s/m):	10 - 20
Nivel Estático (m):	1 - 5
Nivel Dinámico (m):	3 - 4
Fluctuaciones Nivel Anual (m):	1 - 2
Fluctuaciones Nivel Hiperanual(m):	2 - 3

Sector Intermedio Catemu

Profundidad Sondeo (m):	40 - 60
Caudal (l/s):	20 - 30
Caudal Específico (l/s/m):	10 - 15
Nivel Estático (m):	3 - 20
Nivel Dinámico (m):	5 - 25
Fluctuaciones Nivel Anual (m):	3 - 6
Fluctuaciones Nivel Hiperanual(m):	6 - 10

1.3.23

Sector Valle Llay-Llay

Sub-Sector Norte

Profundidad Sondeo (m):	50
Caudal (l/s):	15 - 20
Caudal Específico (l/s/m):	1 - 2
Nivel Estático (m):	1 - 3
Nivel Dinámico (m):	10 - 15
Fluctuaciones Nivel Anual (m):	1 - 2
Fluctuaciones Nivel Hiperanual(m):	2 - 3

Sub-Sector Sur

Profundidad Sondeo (m):	100 - 150
Caudal (l/s):	70 - 140
Caudal Específico (l/s/m):	4 - 10
Nivel Estático (m):	1 - 2
Nivel Dinámico (m):	10 - 15
Fluctuaciones Nivel Anual (m):	1 - 2
Fluctuaciones Nivel Hiperanual(m):	2 - 3

1.3.4.2.3 El Acuífero de Romeral a Tabolango

Este tramo que corresponde a un relleno aluvial de gran espesor, más de 250 m, corresponde a una estructura similar a la del valle Central , en donde el sistema de fallamiento se encuentra interrumpido , al menos no tiene el desarrollo ni la potencia que presenta más al sur. De acuerdo con la génesis geológica de este relleno , aunque tiene capas de grava y arena de gran espesor , existen intercalaciones de material arcilloso propios de una depositación con régimen lagunar.

- Definición del Embalse Subterráneo

El acuífero se ubica limitado por el norte por la cuenca de El Melón incluidos los tributarios los esteros El Melón, El Cobre y Carretón. En el sector central se ubica el río Aconcagua y por el sur el estero Rabuco.

- Características Geométricas

Este embalse subterráneo presenta un área superficial de unos 150 km². El espesor saturado se encuentra entre 100 y 300 metros en las inmediaciones de Romeral y se mantiene en dicho rango hacia agua abajo hasta Tabolango.

Considerando una profundidad media de 200 metros se tiene que el volumen de material acuífero es cercano a los 30.000 millones de m³. Lo anterior si se considera un coeficiente de almacenamiento de

10% conduce a volúmenes de agua almacenados cercano a los 3.000 millones de m³. Si se considera un volumen de circulación medio anual entre 5 y 10 % se tienen valores entre 150 y 300 millones de m³ año.

- Características Hidráulicas

Para el acuífero de Aconcagua Romeral Tabolango los valores de T obtenidos de pruebas de bombeo corresponden a valores entre 100 y 2.000 m³/día/m. Los valores de 100 m³/día/m se presentan en los bordes del acuífero y van en aumento hacia el centro en una franja de 2 a 3 km centrada respecto al río Aconcagua con valores de 1.500 a 2.000 m³/día/m.

Respecto a los caudales específicos se presentan valores entre 0,5 y 9 l/s/m, siendo el valor 2 l/s/m el promedio.

El coeficiente de almacenamiento en base a las características del acuífero de libre y granulometría de media a gruesa alcanza a valores entre 10% y 15%.

- Características de la Napa

Las variaciones de niveles se han obtenido de 26 registros de pozos que sigue la DGA desde 1967 a la fecha.

Se observa que las variaciones de nivel en este sector son pequeñas no sobrepasando los 5 m. Las fluctuaciones históricas máximas se identifican en los sectores de la Vega y Nogales con variaciones entre 3 y 5 metros. De los gráficos de variación de niveles se observa que el acuífero no acusa una explotación de importancia y no muestra variaciones de nivel marcada entre períodos secos y húmedos.

La profundidad del nivel de saturación se encuentra alrededor de los 2 metros en casi la totalidad del acuífero. Se detecta la existencia de numerosas vertientes que indican el grado de descarga del acuífero lo cual hace lenta la recarga en épocas de crecidas como la descarga en épocas de escasez.

La calidad química se presenta mediante un plano de diagramas de stiff que muestran aguas muy homogéneas en todo el acuífero pudiéndose clasificar como Bicarbonatadas Cálcidas. Encontrándose dentro de los límites máximos aceptados.

- Relaciones río Acuífero.

En este sector el acuífero es de carácter libre, aunque en profundidad presenta estratos semi-confinados. En todo caso el río

está en contacto con el acuífero en toda su extensión. Las recargas desde el acuífero al río conocido como afloramientos presentan valores entre 1 a 5 m³/s según medidas efectuadas entre 1950 y 1965.

Una manifestación de relación río-acuífero se manifiesta en el análisis del funcionamiento del Dren Las Vegas, el cual extrae desde hace más de 20 años un caudal casi constante de 1,5 a 2,0 m³/s. que son aportados por el acuífero y las recargas del propias del río en la zona inmediatamente superior. Estos no han causado ninguna depresión importante en los alrededores porque en realidad el río está continuamente recargando. Lo anterior pone de manifiesto tanto la existencia del acuífero, como su permeabilidad y la inercia de su reacción frente a diferentes explotaciones.

- Catastro

Este es uno de los sectores con mayor cantidad de sondeos existentes, se recopiló información de 207 pozos con sus características.

- Funcionamiento del Embalse Subterráneo

Este embalse subterráneo se alimenta básicamente de las infiltraciones desde el río Aconcagua y de las entradas laterales de los acuíferos de los bordes norte y Sur anteriormente descritos, al mismo tiempo que de innumerables quebradas y cursos de agua esporádicos que provienen de los cerros circundantes y que se pierden al llegar al valle porque se infiltran en la zona de contacto entre el acuífero y los cerros aprovechando la permeabilidad de los piedemonte o coluviales allí existentes.

La zona de Limache-Quillota se caracteriza por ser un acuífero confinado con abundantes paquetes de arcilla que hacen que su permeabilidad disminuya y los rendimientos de los sondeos de regular caudal.

- Balance

En este sector no se ha podido establecer un balance cuantitativo con la información disponible. Pero se demuestra que el acuífero está en equilibrio en sus nivel máximo y no presenta una explotación considerable. Una manera indirecta de estimar el volumen en circulación anual es considerar una regla empírica de aceptar como tal un 5% a 10% del volumen embalsado. Lo anterior entrega cifras para el balance o circulación media anual entre 185 a 370 millones de m³.

- Posibilidades de Explotación

Dado que las permeabilidades son menores los caudales de los sondeos son también más pequeños que en los acuíferos anteriores, sin embargo considerando la heterogeneidad del acuífero pueden haber sectores de grandes caudales y otros de pequeños.

Un pozo tipo en este sector , tendría las siguientes características:

- Profundidad	50 - 70 metros
- Nivel Estático	1 - 5 metros
- Caudal	10 - 40 l/s
- Nivel Dinámico	20 - 30 metros
- Tubería habilitación	10 "
- Potencia Bomba	4 - 10 HP

1.3.4.2.4 Acuífero de Tabolango-Con Con

- Definición del Embalse Subterráneo

Corresponde al último acuífero del valle del Aconcagua y está en realidad conformado por dos acuíferos, uno superior detrítico libre y otro inferior detrítico pero confinado. Ambos están separados por una capa de arcilla que es máxima (unos 70 metros) a la orilla del mar y de espesor casi cero a la altura de Tabolango.

Ambos acuíferos se recargan por infiltraciones de agua desde el río Aconcagua, solo que el confinado tiene sus principales entradas en el sector aguas arriba de Tabolango, en cambio el acuífero libre está en contacto directo con el río hasta su desembocadura.

Dado que el acuífero confinado, se localiza solamente entre Puente Colmo y el Mar, se han tratado en forma separada e independiente.

- Características Geométricas

El acuífero libre, presenta un ancho medio de 1,5 km y una longitud de 10 km, correspondiente a una superficie de 15 km. el espesor varía entre de 0 a 150 metros con un valor medio de 75 m, por lo que el volumen de material acuífero alcanza a 1125 millones de m³.

El acuífero confinado, con un área superficial de 6 km², presenta un espesor medio de 40 m, partiendo de cero a 80 m, por lo que su volumen es de 240 millones de m³.

El volumen almacenado en ambos es de aproximadamente de 200 Mm³, su explotación puede ser de 30 a 90 Mm³ debido a que al estar al final del cauce del río Aconcagua, este curso de agua representa

una infiltración casi permanente, la que se suma a los aportes extraordinarios durante las épocas de crecidas.

- Características Hidráulicas

Acuífero Libre

El acuífero libre presenta valores de Transmisibilidad de 1.000 a 10.000 m³/día/m. En general se puede indicar que va decreciendo de Oriente a Poniente, siendo máxima en el sector de Tabolango. El valor medio se puede considerar entre 3.000 y 5.000 m³/día/m.

Los valores de caudales específicos medios ocurren entre 12 y 15 l/s/m.

El coeficiente de almacenamiento se comprende entre 5 a 15%.

Acuífero Confinado

De acuerdo a pruebas de bombeo la Transmisibilidad varía entre 700 y 1.500 m³/día/m. Siendo 1.000 m³/día/m el valor más representativo.

Para extracciones prolongadas el coeficiente de almacenamiento puede ser considerado de 1%, debido al fenómeno de drenaje retardado que es habitual en estos acuíferos.

- Características de La Napa

La variación histórica de niveles se ha analizado en base a 21 pozos con registros. De estos 2 corresponden al sector de Limache.

Acuífero Libre

Las principales observaciones referentes a la variación histórica se pueden hacer sobre el acuífero libre. Corresponde a fluctuaciones entre 1 a 3 metros con tendencia a una estabilidad en el tiempo, es decir no se evidencia una tendencia hacia la disminución. Lo anterior se explica por la escasa explotación y la abundancia de la recarga proveniente del río Aconcagua.

Respecto a la profundidad de nivel ésta varía entre 1 a 5 metros, siendo más profundo en los bordes del acuífero producto de la topografía.

El sentido de escurrimiento es paralelo al escurrimiento superficial de oriente a Poniente.

La calidad química del acuífero libre corresponde a aguas Bicarbonatadas Cálcicas y se presentan en el plano de calidad química. Referente a su aptitud para su uso como fuente de agua potable o de riego no presenta limitaciones frente a las normas chilenas , salvo muestra una dureza elevada.

Acuífero Confinado

Respecto a la variación de niveles se puede indicar que esta varía entre 1 a 2 metros en las zonas sin explotación y que se aumenta entre 10 a 14 metros en la zona con explotación. Lo anterior implica que en algunos sondeos se bombea entre -10 a -13 metros bajo el nivel del mar.

La profundidad varía entre 1 y 7 metros y la dirección es de Oriente a Poniente en la mitad oriental del acuífero y de Poniente a Oriente en la zona cercana al mar.

La calidad química indica aguas Bicarbonatadas Cálcicas, con algunos puntos que son Cloruradas Cálcicas, pero dentro de los máximos tolerables de las normas.

Algunos informes asocian la presencia de cloruros a posible intrusión marina, sin embargo esto no sería así y más bien indicaría la posible presencia de evaporitas. La hipótesis anterior se sustenta en que de existir dicha intrusión se verían afectados todo los sondeos y dado que hace más de 20 años que se explota con niveles dinámicos bajo el nivel del mar esta intrusión habría ido en aumento hasta salinizar todo el acuífero.

- Relaciones Río-Mar, Río Acuífero

Relaciones Río-Acuífero

El acuífero libre está en comunicación directa con el río Aconcagua en toda su extensión de unos 10 km.

El acuífero confinado está desconectado del río en toda su extensión, pero el hecho que la cuña de arcilla desaparece hacia el oriente en las cercanías de Puente Colmo hace que se comuniquen los acuíferos libre y confinado, produciéndose en ese sector la recarga del confinado.

Relaciones Acuífero-Mar

El acuífero libre se encuentra en contacto directo con el mar produciéndose una cuña de agua salada hacia el continente.

El acuífero confinado se encuentra desconectado del mar separado por la capa de arcilla que lo confina y se ignora la situación de la cuña hacia mar adentro.

Un aspecto de importancia es el que se refiere al riesgo de intrusión marina en ambos acuíferos, su prevención se basa en un adecuado monitoreo del acuífero, permitiendo éste prever situaciones con la suficiente antelación.

- Catastro de Puntos Acuíferos.

En este sector Tabolango Con Con se han recopilado un total de 154 pozos con sus respectivas características.

- Funcionamiento Hidráulico del Embalse Subterráneo.

Acuífero Libre

Las entradas de agua provienen de infiltración desde el lecho del río Aconcagua, Infiltraciones Laterales e infiltración de la red de riego.

Las recargas desde el río son escasas en este sector, ya que el acuífero está en su máxima capacidad y por lo tanto no es capaz de recibir más agua. Las entradas laterales corresponden a los ingresos subterráneos desde aguas arriba en Tabolango y de las quebradas laterales. La red de riego en este sector es casi nula y por tanto no presenta valores de importancia.

Las salidas del acuífero se producen fundamentalmente por vertientes debido a disminución de la Transmisibilidad hacia aguas abajo y por evaporación en zonas de

El acuífero libre tiene un volumen embalsado cercano a 1100 millones de m³, por lo que se puede establecer una cota mínima de explotación anual de 110 a 165 millones de m³.

El acuífero confinado tiene un volumen almacenado de 240 millones de m³ por lo que su explotación mínima puede ser considerada de 24 a 31 millones de m³.

Las cifras recién enunciadas pueden aumentar, si mediante un monitoreo, así se estableciera en el futuro, por lo que se recomienda una explotación programada y controlada mediante monitoreo con énfasis en el control de la salinidad para prevenir una posible intrusión marina.

- Posibilidades de Explotación.

Los sondeos en el acuífero libre conviene localizarlos cercanos al actual cauce del río.

Los sondeos tipo se pueden diferenciar para el acuífero libre y para el confinado.

Acuífero libre

Profundidad de sondeo (m):	50 - 80
Caudal (l/s)	: 50 - 100
Nivel Dinámico	: 15 - 20

Acuífero confinado

Profundidad de sondeo (m):	50 - 60
Caudal (l/s)	: 5 - 30
Nivel Dinámico	: 10 - 15

1.3.4.2.5 Acuífero del Valle del Río Putaendo

El río Putaendo es uno de los principales afluentes del río Aconcagua aguas abajo de San Felipe.

Constituye un gran embalse subterráneo conformado por un relleno de más de 200 metros de espesor de material de alta permeabilidad; estos se van poniendo menos gruesos al llegar a la desembocadura con el río Aconcagua, pero son igualmente de alta permeabilidad. Esto es tan así, que el río no escurre hasta la desembocadura sino en pocas ocasiones, debido tanto a esta infiltración como al uso de sus aguas para riego. Tiene un comportamiento similar al acuífero Los Andes-San Felipe. En la parte alta el nivel estático se

encuentra a más de 100 metros y en la zona de desembocadura a menos de 1 metro, aumentando en consecuencia el espesor saturado del acuífero.

La información recolectada y generada se ha vertido en 4 planos de:

- 1) Transmisibilidad
- 2) Variación de Niveles
- 3) Espesor Saturado
- 4) Calidad Química

- Definición del Embalse Subterráneo

El acuífero del Valle de Putaendo se manifiesta desde la desembocadura en el río Aconcagua, pasa por el Estero Seco y se reconoce aguas arriba por el cauce del río Putaendo hasta el sector de Las Ramadillas-Las Achupallas, próximas a angostura de Resguardo Los Patos.

- Características Geométricas

El acuífero de mayor importancia y con mayor número de perforaciones en la actualidad corresponde a la parte baja del valle entre Rinconada de Guzmán (unos 6 km aguas arriba Putaendo) y la desembocadura en el Aconcagua aguas abajo de San Felipe.

El acuífero presenta un área superficial de alrededor de 45 km² cruzado en el centro por el río Putaendo y en el borde oeste por el Estero Seco. Entre las quebradas de mayor importancia se señalan Herrera y Rinconada de Silva.

El espesor saturado se encuentra en los 100 metros en los bordes del acuífero y se incrementa hacia aguas abajo, con valores en la confluencia cercanos a los 300 m.

El volumen del acuífero considerando una profundidad media de 200 m alcanza a unos 8.500 Hm³. Lo anterior se traduce en un volumen de almacenamiento de entre 850 y 1.300 Hm³, considerando un coeficiente de almacenamiento entre 10% 15%.

- Características Hidráulicas

El Caudal Específico de los pozos del sector fluctúan entre 1 y 26 l/s/m. Entre los mayores valores considerados se tienen de 8 a 26 l/s/m. El promedio de la zona se ubica alrededor de 10 l/s/m. Para lo anterior se consideraron 11 pozos.

La Transmisibilidad de acuerdo a pruebas de bombeo presenta valores desde 1000 a 16.500 m³/día/m. Pero se puede indicar que los bordes del acuífero presentan valores de T cercanos a 1000 m³/día/m aumentando éste hacia el centro del acuífero y sector de confluencia hasta valores cercanos a los 10.000 a 15.000 m³/día/m.

Para el Coeficiente de Almacenamiento se considera al acuífero de características libre y su granulometría de media a gruesa en la parte inferior y de media a fina en la parte superior. Por lo anterior se adopta un coeficiente de 15% como valor más probable.

- Características de la Napa

Las variaciones históricas de nivel freático se analizaron en base a 4 pozos medidos por la DGA, desde 1967 a la fecha), los cuales se muestran en el plano Variación de Niveles. Las fluctuaciones son grandes, semejantes incluso a las de la parte alta del acuífero Los Andes San Felipe. Las máximas históricas se han detectado entre Putaendo y El Asiento con valores de 40 m y más. Se estima que el área de la superficie freática alcanza unos 45 km², así con un coeficiente de almacenamiento de 15%, fluctuaciones de la napa de 1 metro, producirán variaciones en el almacenamiento de unos 8 millones de m³ en el embalse subterráneo. Las fluctuaciones de nivel medias, posteriores a 1972, oscilan entre 5 y 10 m lo que se traduce en volúmenes de embalse y desembalse de 50 a 100 millones de m³/año. Durante años abundantes de precipitaciones y escurrimientos de deshielo estos valores de embalse aumentan con volúmenes de hasta 200 a 240 millones de m³/año. Las oscilaciones se atenúan en la parte baja del valle a valores de entre 2 a 3 m influenciadas por la presencia de la triple confluencia río Aconcagua, estero Quilpué y río Putaendo.

La profundidad del nivel de saturación se puede considerar dividiendo en 4 zonas:

Zona Alta, San José de Piguchen a Los Patos con un acuífero sin antecedentes confiables que suponen un acuífero con niveles bajo los 100 metros de profundidad. Aunque debería existir una discontinuidad aguas abajo de San José de Piguchen.

Zona Intermedia, Putaendo-Rinconada de Guzmán-Rinconada de Silva, donde profundidad de la napa alcanza entre 100 y 150 metros bajo el terreno, con oscilaciones de hasta 40 metros.

Zona Baja, Rinconada de Silva-Las Barrancas, se presentan profundidades de la napa entre 40 y 70 metros bajo el nivel de terreno.

Zona Confluencia, desde Las Barrancas hasta la confluencia del Putaendo, Aconcagua, Estero Seco y Estero Quilpué. El Nivel de la

napa se ubica entre 1 y 20 metros en relación directa a la cota topográfica e inversa de la cercanía al río Aconcagua.

El sentido de escurrimiento sigue la dirección del río Putaendo con una dirección Nororiente-surponiente.

La calidad química se presenta en el Plano "Calidad Química" según diagramas de Stiff que se explican por sí solos.

- Relaciones Río Acuífero.

Este río a pesar de tener una hoya considerable de 1200 km² se ve habitualmente seco en las proximidades de su desembocadura. Hacia aguas arriba de la estación Resguardo Los Patos se puede detectar su régimen glacial. Lo anterior es reflejo que casi todo el caudal es empleado en regadío y el exceso infiltrado, principalmente aguas arriba de Putaendo.

- Catastro de Puntos Acuíferos

En el acuífero de Putaendo se han recopilado antecedentes de un total de 27 pozos con sus características tales como las mencionadas para los pozos del acuífero de Los Andes San Felipe.

- Funcionamiento Hidráulico del Embalse Subterráneo

En cuanto a su funcionamiento , se puede establecer que los ingresos se producen por infiltración desde el río Putaendo y por entradas laterales en las innumerables quebradas grandes y pequeñas que comprenden los bordes impermeables del acuífero.

Sobre el borde impermeable , se localiza un piedemonte o coluvial que generalmente es de alta permeabilidad y está en contacto con el acuífero aluvial del río Putaendo propiamente tal. Una segunda fuente de recarga lo constituye el sistema de regadío en su conjunto, tanto en su red de canales, como en los propios predios, este aunque es grande en porcentaje de caudal que circula por los canales, es de menor importancia frente al que corresponde a infiltración desde el río.

Las salidas más importantes tienen lugar en forma subterránea al río Aconcagua, al cual presenta innumerables vertientes en la parte baja producto de esta descarga.

El embalse presenta una escasa explotación, debido en parte a la profundidad a que se encuentra el nivel de saturación y en parte a la poca capacidad económica de los agricultores, los cuales en su mayoría son minifundistas.

- Balance de Entradas y Salidas

El volumen de agua embalsado en el acuífero está entre 850 y 1.300 Mm³ con una circulación anual de 100 Mm³, los cuales son susceptibles de aumentar mediante el mismo proceso de infiltración programada para captar las aguas de las crecidas y evitar que estas ingresen al caudal del río Aconcagua, para terminar finalmente en el mar.

Las entradas más importantes corresponden al río con valores entre 40 y 60 millones de m³/año.

- Posibilidades de Explotación

Dado que las fluctuaciones de la napa como la profundidad son importantes en la parte alta, la ubicación de los sondeos es más factible de efectuar entre Putaendo y Desembocadura. La parte alta presenta profundidades por sobre los 100 metros y fluctuaciones de hasta 40 metros.

Los lugares más adecuados corresponden a las áreas vecinas al río Putaendo aguas abajo de la Rinconada de Silva hasta la confluencia con el río Aconcagua pasando por las inmediaciones del sector El Asiento. También el sector de Las Barrancas en las cercanías del Estero Seco.

La zona superior a la Rinconada de Guzmán merece un estudio adicional para contar con antecedentes que permitan caracterizar el acuífero que allí se presenta y que se extiende hasta el sector de Resguardo Los Patos.

En vista de lo anterior se han considerado tres sondeos tipo tales como se presentan a continuación:

Sector Inferior Las Barrancas-Río Aconcagua

Profundidad Sondeo (m):	60
Caudal (l/s):	30
Caudal Específico (l/s/m):	15
Nivel Estático (m):	10 - 30
Nivel Dinámico (m):	12 - 32
Fluctuaciones Nivel Anual (m):	3 - 5
Fluctuaciones Nivel Hiperanual(m):	5 - 10

Sector Intermedio El Asiento

Profundidad Sondeo (m):	100
Caudal (l/s):	50
Caudal Específico (l/s/m):	10

1.3.35

Nivel Estático (m):	50 - 70
Nivel Dinámico (m):	50 - 60
Fluctuaciones Nivel Anual (m):	10 - 20
Fluctuaciones Nivel Hiperanual(m):	25 - 45

Sector Alto Putaendo-Rinconada de Silva

Profundidad Sondeo (m):	200
Caudal (l/s):	70
Caudal Específico (l/s/m):	5
Nivel Estático (m):	100 - 150
Nivel Dinámico (m):	140 - 180
Fluctuaciones Nivel Anual (m):	20 - 30
Fluctuaciones Nivel Hiperanual(m):	45 - 60

- Previsión Futura de la Evolución de Recursos Hídricos

En este tema se pueden distinguir tres aspectos que inciden en la situación futura tales como: proliferación de sondeos y extracciones, relaciones entre usuarios y gestión del recurso hídrico subterráneo.

La proliferación de sondeos demorará en el tiempo en base al número más bien reducido de ellos en la actualidad.

Las relaciones de usuarios deberán tender en el tiempo a Organizaciones de Usuarios del embalse subterráneo de igual manera como ocurre con las aguas superficiales.

La gestión del recurso hídrico debe considerar mantener un control y auscultación del acuífero mediante registros de niveles y calidades químicas. Estudiar la recarga artificial con miras a una explotación programada e intensiva.

1.3.4.2.6 Acuífero Río Petorca

El estudio de los acuíferos del valle del río Petorca presenta limitaciones debido tanto al escaso reconocimiento hidrogeológico como la calidad de la información existente.

- Definición del Embalse Subterráneo

El acuífero propiamente tal se encuentra limitado tanto por el Norte como por el Sur por las cadenas de cerros que rodean el valle.

El sector inferior del valle se ha denominado Acuífero Costa y se extiende desde la confluencia del estero Las Palmas hasta la desembocadura en el mar.

El sector Interior, se extiende desde unos 5 km aguas arriba de la confluencia del estero Pedernal con el río Sobrante y se continúa hacia aguas abajo hasta la junta del estero Las Palmas.

- Características Geométricas

Se presenta en toda su extensión un acuífero freático de espesor medio entre 60 y 80 metros de profundidad.

En el sector costero aguas abajo de Coirón a Longotoma aparece una secuencia de materiales finos que disminuye las características del acuífero.

El acuífero del Sector Interior, presenta un ancho medio de 600 m con profundidades entre 60 y 80 m. Por lo tanto el volumen de material acuífero tiene un valor entre 1.000 a 1.500 millones de m^3 ; así el volumen de agua almacenada considerando un coeficiente de almacenamiento de 10% alcanza a 100 a 150 millones de m^3 .

En el sector costa el acuífero presenta un ancho medio de 800 metros y profundidades de 80 a 100 metros que se traducen en un volumen de acuífero entre 3.000 y 3.500 millones de m^3 . Por lo anterior y considerando un $S=10\%$ se tienen volúmenes de agua almacenados de 300 a 350 millones de m^3 . Teniendo en consideración que en la desembocadura se presenta un tramo con características confinantes con coeficientes de almacenamiento cercano a 1%.

- Características Hidráulicas

La transmisibilidad se encuentra entre 100 y 1.000 $m^3/día/m$. Donde los últimos valores se presentan en las zonas cercanas al río. Entre Polcura y el estero Las Palmas el valor de T es cercano en promedio a 500 $m^3/día/m$. La confluencia del estero Las Palmas produce un aporte de materiales finos que llevan a valores de T cercanos a 200 $m^3/día/m$. Superada dicha singularidad los valores de T aumentan hasta 2000 a 3000 $m^3/día/m$ aguas abajo de Coirón se presenta un acuífero con características de confinado y se dispone de una prueba de bombeo que indica 300 $m^3/día/m$.

El caudal específico varía entre 1 y 12 l/s/m en forma semejante a como ocurre con la transmisibilidad.

El coeficiente de almacenamiento se estima entre 10 y 15% en el tramo libre y en el tramo inferior costero con características confinantes alcanza un valor cercano a 1%.

1.3.37

- Características de la Napa

No se cuenta con información o registros de variación de niveles en pozos del valle de Petorca.

La profundidad del nivel de saturación no sobrepasa los 5 metros y las menores profundidades se producen en el sector de la carretera panamericana donde los niveles no sobrepasan 1 metro presentándose afloramientos.

El sentido de escurrimiento es de oriente a poniente siguiendo las aguas superficiales.

Respecto a la calidad química las aguas tienen una tendencia a ser Bicarbonatadas-Cálcicas. Las concentraciones de sales no varían en forma gradual sino que presentan fluctuaciones. Así por ejemplo, a la salida del estero Las Palmas el TDS alcanza 500 ppm mientras que aguas arriba es de 300 ppm y agua abajo 350 ppm.

- Relaciones Río Acuífero

Un escaso espesor y una permeabilidad relativamente alta concentrada en la parte superior, producen una estrecha comunicación entre río y acuífero. Esta comunicación se refleja en una constante tendencia a la nivelación del acuífero con el río, provocando a lo largo del valle frecuentes recargas y descargas. Como consecuencia de lo anterior principalmente del pequeño volumen de regulación se pierden las ventajas más relevantes que poseen los embalses subterráneos.

- Catastro

Se han recopilado antecedentes sobre posos existentes en el valle de Petorca con 27 pozos ubicados en el sector costa y 6 en el sector denominado interior.

1.3.4.2.7 Acuífero Río Ligua

- Definición del embalse subterráneo

Se presenta este sector en planos tanto para el sector Ligua Costa como el sector Ligua Interior.

El sector Ligua interior considera el acuífero principal y sus áreas tributarias de los esteros Alicahue y Los Angeles.

- Características Geométricas

El sector Interior presenta los límites del acuífero coincidiendo con el sector plano o de llanura que existe entre las localidades de Alicahue y San Lorenzo y los cerros circundantes.

El sector costa corresponde al sector plano entre Cabildo y Desembocadura, los cerros circundantes de la precordillera andina y las terrazas marinas que se desarrollan entre La Ligua y el océano.

El sector interior presenta una superficie aproximada de 50 km² y el sector costa de unos 75 km². Las profundidades medias en el sector interior alcanzan a 100 m y en el sector costa entre 150 y 200 metros.

Los volúmenes de acuífero considerando 150 metros como promedio resultan ser de unos 4.000 a 5.000 millones de m³ para el sector interior y de 7.000 a 10.000 para el sector costa.

Lo anterior se traduce en volúmenes almacenados entre 400 y 500 millones de m³ para el sector Ligua interior y 700 a 1.000 para el sector Ligua costa. Por lo tanto los volúmenes medios de circulación anual se estiman, según un 5% del volumen de almacenamiento en valores cercanos a los 20 a 25 millones en el interior y de 35 a 50 millones de m³ en el sector costa.

- Características Hidráulicas

Para el acuífero Alicahue-Los Angeles los valores de T corresponden entre 150 y 2.000 m³/día/m, encontrándose mayoritariamente en torno a los 300 m³/día/m. Donde los valores más altos se ubican en la parte baja del sector en las inmediaciones de San Lorenzo.

Para el acuífero Ligua Costa (Cabildo-Desembocadura) los valores de T se encuentran entre 500 y 5.000 m³/día/m encontrándose los valores máximos en la parte más cercana al río Ligua. En la parte baja del sector, entre Ligua y desembocadura se presenta una situación diferente según sea la profundidad de la noria o sondeaje. Para norias y sondeos de escasa profundidad, el valor de T fluctúa entre 500 y 3.000 m³/día/m. Para sondeos profundos la Transmisibilidad disminuye notoriamente a valores cercanos a los 100 m³/día/m debido a la presencia de un acuífero a presión (Placilla y Quinquimo).

Los caudales específicos en el sector interior varían entre 0,5 y 8 l/s/m. En el sector costa estos varían entre 0,2 y 20 l/s/m.

El sector interior considera un coeficiente de almacenamiento de 10% en base a sus características de acuífero libre.

El sector costa se puede separar entre Ligua-Cabildo con un coeficiente 10% y el sector Placilla-Desembocadura donde el acuífero superior es similar a los anteriores pero el inferior presenta características confinantes que lo llevan a presentar valores de S de 1% y menores.

- Características de la Napa

La variación de niveles del sector Ligua Interior se ha analizado en base a 6 pozos con registros de niveles. El período de tiempo con registros va desde 1972 a la fecha. Para el sector costa solo se dispone de 2 pozos con registros de variación histórica de niveles.

Para el sector interior se puede indicar que las fluctuaciones de nivel son importantes aunque estas se mantienen en el rango de 15 metros. Las fluctuaciones máximas históricas ocurren entre Bartolillos y La Vega con valores entre 10 y 12 metros. En el resto del sector las fluctuaciones registradas están entre los 2 a 7 metros.

El sector Ligua costa presenta solo 2 pozos con medición de niveles, se estima que ellos representan en gran medida al sector Cabildo-Desembocadura.

La profundidad del nivel de saturación para la zona interior se puede separar en tres zonas.

Zona Alta Alicahue-Bartolillo, con valores entre 2 y 5 m bajo el nivel de terreno.

Zona Intermedia La Viña-La Vega, allí la profundidad de la napa alcanza entre 4 y 14 metros.

Zona Baja San Lorenzo-Junta estero Los Angeles, se presentan profundidades de la napa entre 1 y 3 metros.

Para el sector Ligua costa se pueden identificar dos sectores: Ligua-Cabildo con niveles de la napa entre 2 y 6 metros y Ligua-Desembocadura con niveles entre 1 y 3 metros.

La calidad química del sector Ligua Interior cuenta con 13 análisis físico químicos. Los diagramas de Stiff permiten visualizar la mayor presencia del Calcio y los Carbonatos, los que aún así se presentan en magnitud aceptable para el regadío, aunque pueden presentar problemas de dureza para fines industriales.

En el sector Ligua Costa en el tramo inferior a Placilla se presenta un notorio incremento de Sodio y Cloruros, especialmente desde Pullalli al océano. La mayor presencia de Sodio y Cloro en

el sector bajo parecen tener relación con las recargas provenientes de las terrazas de origen marino que conforman los flancos laterales del valle.

- Relaciones río Acuífero

En el sector interior el río Alicahue, en períodos de precipitación normal y especialmente en años secos no presenta escurrimientos en gran parte del año, debido a que la totalidad de las aguas es captada por los canales. Contrariamente en años de alta precipitación el río Alicahue escurre entre Junio y Enero inclusive, provocando una notoria recarga del acuífero.

En el sector Costa el río Ligua, en períodos de precipitación normal y aún en años secos, presenta escurrimientos gran parte del año.

- Catastro de Puntos Acuíferos.

En el sector interior se han recopilado antecedentes de 34 pozos y en el sector costa se tienen antecedentes de 35 pozos.

1.3.5 REUSO DE LAS AGUAS (RECUPERACIONES)

En este Proyecto se evaluó, como parte de los recursos hídricos, las recuperaciones que se producen en algunos tramos de los ríos Aconcagua, Ligua y Petorca.

El primero de ellos, el río Aconcagua, es el que presenta este fenómeno con mayor notoriedad, especialmente en el tramo del cauce que se extiende entre San Felipe y Romeral. Asimismo, el tramo entre Romeral y La Calera presenta recuperaciones de menor importancia, mientras que el Sector localizado aguas arriba de San Felipe, hasta Chacabuquito, presenta infiltraciones constituyendo una zona de recarga.

Lo anterior llevó a la DGA, entre los años 1969 y 1972, a programar una serie de mediciones en el río Aconcagua, en cada uno de los cuatro tramos en que, con este objetivo, se dividió el cauce, para evaluar este fenómeno.

Las cuidadosas mediciones realizadas arrojaron cifras que, durante las temporadas de riego ensayadas, estaban en el rango de 6 a 17 m³/s (promedio meses de Octubre y Diciembre respectivamente), para el sector San Felipe-Romeral. Por su parte, para el sector Romeral-La Calera las cifras estaban en el rango de 2 a 3 m³/s, para los mismos meses.

En cuanto a los valles La Ligua y Petorca las cifras son de magnitud mucho menor. Estas cifras llegarían, para los sectores más favorecidos, a recuperaciones de 400 y 55 litros por segundo respectivamente. Estos valles soportan acuíferos de pequeña potencia, con niveles estáticos superficiales y con alta permeabilidad en su estrato superior, todo lo cual conduce a las cifras antes indicadas, habiéndolas estimado en función del estado del embalse subterráneo respectivo, sobre la base de un balance hidrogeológico.

Los antecedentes en detalle sobre este tema se resumen en la Subetapa 1.3, Capítulo 5 "REUSO DE LAS AGUAS".

1.3.6 CALIDAD DE LAS AGUAS

El Proyecto contempla la proposición de una metodología para el control de la calidad del agua, orientada al riego. Actualmente, la DGA mantiene una red de estaciones de calidad de agua, en las que mide una serie de parámetros físico-químicos de interés.

En la Subetapa 1.3, Capítulo 6 "Calidad de Agua" se propone una red de estaciones, sobre la base de las controladas por la DGA, con el objeto de mantener un seguimiento de los diferentes parámetros de

interés para riego, como también de la contaminación que eventualmente puede llegar a los cauces debido a la actividad agrícola.

En relación con la calidad química del agua se ha recopilado algunos antecedentes en diferentes puntos de los valles estudiados. De dichos antecedentes se desprende que los ríos Ligua y Petorca muestran un leve aumento de la conductividad eléctrica del agua conforme se acercan a sus respectivas desembocaduras en el mar. Las cifras varían de forma similar en ambos cauces, entre 500 y 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Por su parte, en la cuenca del río Aconcagua, se han recopilado antecedentes relativos a la conductividad, pH y concentraciones de calcio, magnesio y sodio (índice SAR), boro, etc., constatándose que se trata de aguas aptas para el regadío, con bajo contenido de sodio y que pueden usarse en la mayor parte de los suelos sin mayores riesgos. Un resumen de tales antecedentes se presenta en el cuadro de la página siguiente.

CUADRO 1.3.4

CALIDAD DE LAS AGUAS
ALGUNOS VALORES CARACTERISTICOS A LO LARGO DEL RIO ACONCAGUA

CONDUCTIVIDAD ($\mu\text{S}/\text{cm}$)				
FECHA	CHACABUQ.	SAN FELIPE	ROMERAL	PTE COLMO
02/84	300	267	477	421
02/85	256	300	397	422
02/86	390	461	545	566
02/87	306	324	420	511
02/88	273	290	410	420
02/89	438	509	395	574
PROM	327	359	441	486

CALCIO (mg/l)				
FECHA	CHACABUQ.	SAN FELIPE	ROMERAL	PTE COLMO
02/84	31.5	35.9	71.7	54.9
02/85	41.1	46.1	56.9	56.1
02/86	64.1	70.1	78.8	60.3
02/87	55.1	59.3	69.5	73.5
02/88				
02/89				
PROM	48.0	52.9	69.2	61.2

PH				
FECHA	CHACABUQ.	SAN FELIPE	ROMERAL	PTE COLMO
02/84	8.10	8.05	8.25	8.80
02/85	8.10	7.95	8.65	9.10
02/86	8.05	7.75	8.35	8.85
02/87	7.65	7.55	7.55	7.85
02/88	7.75	7.85	8.45	8.95
02/89	7.85	8.05	7.83	8.13
PROM	7.92	7.87	8.18	8.61
MÁXIMO NORMA AGUA POTABLE			8.0 - 8.5	
MÁXIMO NORMA AGUA RIEGO			5.5 - 9.0	

MAGNESIO (mg/l)				
FECHA	CHACABUQ.	SAN FELIPE	ROMERAL	PTE COLMO
02/84	7.05	5.11	12.20	12.80
02/85	2.43	3.65	8.51	8.51
02/86	5.35	6.08	12.40	8.87
02/87	2.43	4.98	5.59	10.00
02/88				
02/89				
PROM	4.32	4.96	9.68	10.05
MÁXIMO NORMA AGUA POTABLE			125.00	

SAR				
FECHA	CHACABUQ.	SAN FELIPE	ROMERAL	PTE COLMO
PROM	0.39	0.31	0.36	0.57

SODIO (mg/l)				
FECHA	CHACABUQ.	SAN FELIPE	ROMERAL	PTE COLMO
02/84	24.10	6.44	5.06	13.80
02/85	6.90	7.36	12.60	16.60
02/86	9.43	11.50	15.60	22.50
02/87	7.59	8.28	12.00	17.00
02/88	5.50	6.90	11.00	12.90
02/89	9.20	12.40	17.00	26.20
PROM	10.45	8.81	12.21	18.17

% SODIO				
FECHA	CHACABUQ.	SAN FELIPE	ROMERAL	PTE COLMO
PROM	13.9	10.9	10.9	16.6
MÁXIMO NORMA AGUA RIEGO			35.0	

BORO (mg/l)				
FECHA	CHACABUQ.	SAN FELIPE	ROMERAL	PTE COLMO
02/84				
02/85				
02/86	0.04	0.00		0.12
02/87				
02/88	0.70	0.89	0.63	0.55
02/89	0.41	0.36	0.23	0.18
PROM	0.38	0.42	0.43	0.28
MÁXIMO NORMA AGUA RIEGO			0.75	

POTASIO (mg/l)				
FECHA	CHACABUQ.	SAN FELIPE	ROMERAL	PTE COLMO
02/84	3.52	4.69	2.74	2.74
02/85	1.56	1.96	2.35	4.69
02/86	2.35	2.74	2.74	3.91
02/87	1.96	1.96	2.35	3.52
02/88	1.00	1.00	1.50	1.80
02/89	2.30	2.60	1.70	3.30
PROM	2.12	2.49	2.23	3.33

1.3.7 DERECHOS DE APROVECHAMIENTO

El objetivo del presente capítulo es conocer los Derechos de Aprovechamiento que se encuentran concedidos y de los que están en proceso de estudio o tramitación legal, para posteriormente compararlos con los recursos de agua.

Se recopiló información en la Dirección General de Aguas, tanto en la sede regional como en el Archivo Central de Santiago y en las organizaciones de Usuarios, tales como Juntas de Vigilancia y Asociaciones de Canalistas.

La información se clasificó previamente por aguas superficiales o subterráneas y éstas por Río y a su vez por Comunas. Además se identificaron según su Uso, Derecho y Período (Consuntivo y No consuntivo; Permanentes o Eventual; Continuo o Discontinuos), separándose cada uno en Derechos Concedidos y Derechos en Trámite.

Aguas Superficiales

En las aguas superficiales se analizaron 231 expedientes, de los cuales solo 62 cuentan Resolución DGA que les concede el Derecho de Aprovechamiento; las 169 restantes no cuentan con Resolución y para estos efectos se han considerado "En Trámite". Un desglose del tipo y cuantía del pedimento puede apreciarse en los cuadros 2.5.1 a, b, c y d que aquí se adjuntan, detallándose cada una de ellos en el informe entregado en su oportunidad.

Aguas Subterráneas

Referente a las aguas subterráneas se analizaron 566 expedientes de los cuales 311 cuentan con Resolución DGA que les concede el Derecho de Aprovechamiento y de las restantes 255 no cuentan con Resolución DGA, estando para estos efectos "En Trámite". Se acompaña cuadro 2.5.2 a y b que resume los antecedentes.

Como se puede observar existe un alto porcentaje de expedientes considerados "En Trámite", resultando conveniente efectuar un seguimiento de ellos en los Juzgados y en la propia DGA para aclarar en gran medida lo que efectivamente continúa en tramitación legal y a su vez anular aquellos casos denegados. Se propone también ubicar en planos los Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas y encontrar la cuantía de la explotación real, lo que permite conocer en mejor forma la magnitud de la explotación por sectores de cada valle, evitando así la generalización que puede producir este tipo de informe.

1.3.45

El trabajo descrito se complementó con una descripción detallada de 35 expedientes que cuentan con resolución que concede Derecho de Aprovechamiento sobre Aguas Superficiales del río Aconcagua que guardan relación con Embalses existentes o en estudio y con Obras de Agua Potable y 1 expediente en el río Petorca de igual condición.

AGUAS SUPERFICIALES DE EJERCICIO CONSUNTIVO

Cuadro 1.3.5.A

A) Derechos Concedidos Por Resolución DGA
(48 Expedientes)

Características del Pedimento	# Expedientes	Expresado como	PETORCA	VALLE LA LIGUA	ACONCAGUA
Consuntivo/ Permanente/Continuo	30	l/s	52,0	89,0	5.620,2
		m3/año	0,0	0,0	38.090.000,0
Consuntivo/ Permanente/Alterno	0	l/s	0,0	0,0	0,0
		m3/año	0,0	0,0	0,0
Consuntivo/ Eventual/Continuo	16	l/s	58,0	33,5	22.217,0
		m3/año	10.000.000,0	300.000,0	0,0
Consuntivo/ Eventual/Alterno	2	l/s	0,0	0,0	78,7
		m3/año	0,0	0,0	0,0

Cuadro 1.3.5.B

B) Solicitud en Tramite en DGA
(161 Expedientes)

Características del Pedimento	# Expedientes	Expresado como	PETORCA	VALLE LA LIGUA	ACONCAGUA
Consuntivo/ Permanente/Continuo	136	l/s	127,8	443,0	8.363,9
		m3/año			
Consuntivo/ Permanente/Alterno	8	l/s	0,0	0,0	55,1
		m3/año			
Consuntivo/ Eventual/Continuo	15	l/s	0,6	300,0	5.491,5
		m3/año	0,0	0,0	91.000.000,0
Consuntivo/ Eventual/Alterno	2	l/s	0,0	0,0	3,9
		m3/año			

AGUAS SUPERFICIALES DE EJERCICIO NO CONSUNTIVO

Cuadro

1.3.6.A

C) Derechos Concedidos Por Resolución DGA
(14 Expedientes)

Características del Pedimento	# Expedientes	Expresado como	PETORCA	VALLE LA LIGUA	ACONCAGUA
NO Consuntivo/ Permanente/Continuo	10	l/s m3/año	0,0 0,0	0,0 0,0	77.150,0 0,0
NO Consuntivo/ Eventual/Continuo	4	l/s m3/año	0,0 0,0	0,0 0,0	18.000,0 0,0

Cuadro

1.3.6.B

D) Solicitud en Tramite en DGA
(8 Expedientes)

Características del Pedimento	# Expedientes	Expresado como	PETORCA	VALLE LA LIGUA	ACONCAGUA
NO Consuntivo/ Permanente/Continuo	7	l/s m3/año	8,0	0,0	28.250,0
NO Consuntivo/ Eventual/Continuo	1	l/s m3/año	0,0	0,0	10.000,0

DERECHOS DE APROVECHAMIENTO AGUAS SUBTERRANEAS

Cuadro 1.3.7.A

A) Derechos concedidos por resolución DGA
(311 Expedientes)

Característica del Pedimento	# Expedientes	VALLE		
		PETORCA	LIGUA	ACONCAGUA
Consuntivo/Permanente/Continuo (l/s) +	270	1.479,1	2.614,1	5.453,0
Consuntivo/Permanente/Continuo (m3/año)	36	1.476.000	6.653.010	6.310.378
Consuntivo/Permanente/Alternado (l/s) +	5	19,0	22,8	9,0
Consuntivo/Permanente/Alternado (m3/año)		0	0	0

Cuadro 1.3.7.B

B) Solicitudes en trámite en DGA
(255 Expedientes)

Características del Pedimento	# Expedientes	VALLE		
		PETORCA	LIGUA	ACONCAGUA
Consuntivo/Permanente/Continuo (l/s)	255	461,9	2.003,7	6.065,0

NOTA: No se han concedido ni solicitado Derechos de Aprovechamiento sobre aguas subterráneas con otras características de pedimento

2. ANALISIS AGRONOMICO ACTUAL

2.1 CARACTERIZACION PRODUCTIVA Y ECONOMICA DE LA REGION

2.1.1 CARACTERIZACION PRODUCTIVA

2.1.1.1 Generalidades de la agricultura regional

La agricultura de la Va. Región es importante en producción de frutales, hortalizas y flores, y en bastante menor medida en cultivos anuales y ganadería. En términos de superficie, la región concentra aproximadamente un 20% de las plantaciones frutales del país. En término de especies, sus plantaciones de vid de mesa representan un 30% de la superficie nacional y las plantaciones de paltos un 52% del total. Es asimismo la región más importante en la producción de otras especies subtropicales como chirimoyo y lúcumos (53% y 71% respectivamente).

En lo que se refiere a producción de hortalizas y flores la región concentra cerca de un 20% de la superficie nacional, porcentaje que alcanza a un 70% al considerar sólo la producción de flores.

En materia de infraestructura relacionada con las actividades agrícolas, la Región dispone de suficientes instalaciones y facilidades orientadas a su producción y la de regiones vecinas. La infraestructura vial, aunque imperfecta, es adecuada para la producción actual. La infraestructura portuaria, por otra parte, representa alrededor del 25% de la capacidad total de carga del país.

En términos productivos y tecnológicos, la agricultura regional se caracteriza por un nivel tecnológico medio alto en los cultivos frutícolas y hortícolas y niveles medios para cultivos anuales. El sector de huertos frutícolas es altamente especializado con rendimientos medios altos y uso de tecnología moderna. La casi totalidad de las nuevas plantaciones están incorporando el riego tecnificado que permite un mejor manejo del agua y de la nutrición de la planta. En materia de producción hortícola hay un fuerte énfasis en la producción bajo plástico (tomates y flores) y en el uso de niveles altos de insumos tecnológicos en la producción al aire libre.

En lo relativo al número de empresas agropecuarias, su tamaño medio y la estratificación de productores, es difícil obtener cifras muy exactas debido a la inexistencia de estadísticas confiables al respecto. El último censo agropecuario data de 1976 y desde ese año ha habido una creciente integración de predios en unidades de tamaño mayor.

2.1.2

2.1.1.2 Uso actual del suelo por zonas de riego

El cuadro 2.1.1 presenta una estimación actualizada representativa del uso actual del suelo agrícola en el área del proyecto. El cuadro refleja la primordial importancia de los rubros frutícolas que ocupan casi un 33% del total de la superficie de riego neto, siguiéndole en importancia los rubros hortícolas y de flores con un 16,3% del suelo.

Como forma de visualizar el potencial de cada zona de planificación ante eventuales inversiones en regadío, a continuación se describen -en forma resumida- las principales características actuales de cada zona, tanto de sus recursos naturales como de su realidad productiva.

- a) Zona 1. Comunas de Los Andes, San Esteban, Calle Larga, Rinconada, San Felipe y Santa María.

La zona 1 de planificación se ubica completamente en el Distrito Sur de Valles Transversales de la zona agroclimática central.

En esta zona se concentra más de un 50% de las plantaciones frutales y aproximadamente un 20% de los cultivos anuales. Asimismo, ella representa un 27% de las praderas artificiales de riego, entre las cuales se destacan las siembras de alfalfa.

Los suelos de mayor aptitud frutal están prácticamente todos plantados, y/o cultivados en forma intensiva. Se estima que habría aproximadamente 2.400 hectáreas con aptitud frutal, potencialmente regables, ubicados en rinconadas o sectores sobre cota de canal.

- b) Zona 2: Comuna de Putaendo.

La zona 2 de planificación se ubica en el Distrito Norte de Valles Transversales de la zona agroclimática central.

En la zona hay más de 5.600 hectáreas en suelos aptos para frutales o cultivos de los cuales sólo 3.500 están plantadas o sembradas, lo que refleja la escasez o inseguridad del agua de riego.

2.1.3

CUADRO 2.1.1

ESTIMACION DEL USO ACTUAL DEL SUELO POR ZONAS PARA EL AREA DEL PROYECTO (hectáreas)

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	TOTAL
CULTIVOS ANUALES								
Porotos	53	249	187	372	0	164	123	1.149
Maíz	643	342	773	271	0	273	110	2.412
Papas	302	303	433	491	28	777	408	2.741
Tabaco	161	66	403	68	0	0	36	734
Trigo	715	679	907	490	26	469	419	3.706
Otros (1)	298	0	0	0	31	5	5	339
SUBTOTAL CULTIVOS	2.173	1.638	2.703	1.692	85	1.688	1.102	11.082
FRUTALES								
Carozos (2)	2.814	735	697	166	0	83	2	4.498
Cítricos (3)	15	2	258	691	37	370	128	1.501
Pomáceas (4)	555	8	241	84	5	8	1	902
Nogales	837	206	63	80	0	160	21	1.367
Paltos	26	8	290	3.225	38	1.317	822	5.726
Uva de Mesa	9.543	438	1.541	149	0	53	6	11.730
Chirimoyos	0	0	0	540	7	83	44	675
Otros Frutales (5)	930	101	116	846	19	146	58	2.215
SUBTOTAL FRUTALES	14.720	1.498	3.206	5.780	106	2.220	1.081	28.613
HORTALIZAS								
Alcachofas				1.656	0	0	0	1.656
Ajos	75	27	370	1.089	0	0	0	1.560
Arvejas	62	107	0	183	0	193	247	792
Cebolla	430	0	724	1.491	47	0	0	2.692
Maíz dulce (y/o Choclero)	98	49	0	1.263	0	52	13	1.474
Porotos Verdes	67	0	0	0	21	338	241	667
Tomates	234	74	134	2.302	43	0	0	2.789
Flores	0	0	0	2.165	0	0	363	2.528
Hortalizas de invierno (6)	405	177	515	915	0	227	0	2.237
SUBTOTAL HORTALIZAS (7)	966	256	1.229	10.149	111	583	864	14.158
PRADERAS								
Artificiales/riego	2.697	1.132	2.308	2.452	160	795	406	9.949
Mejoradas/riego eventual	1.499	1.484	2.877	11.087	807	2.521	2.646	22.921
SUBTOTAL PRADERAS	4.195	2.616	5.185	13.539	967	3.315	3.052	32.870
TOTAL								
Superficie de riego neta (8)	22.459	6.186	12.838	32.075	1.269	8.033	6.100	86.722

FUENTES: CATASTRO FRUTICOLA V REGION 1993, CIREN-CORFO.

ODEPA: Estadísticas silvoagropecuarias 1987- 1992

CICA, 1982

NOTAS: (1) Se incluyen cebada, maravilla, garbanzos y otras especies sin especificación.

(2) Se incluyen damascos, duraznos conserveros y de consumo fresco, nectarines, ciruelos europeos y japoneses.

(3) Se incluyen limones, naranjos, pomelos, mandarinos, limas y tangelos.

(4) Se incluyen manzanos verdes y rojos, peral asiático, peral europeo y membrillos.

(5) Se incluyen almendro, cerezo, kiwi, olivo, caqui, higuera, castaño, guindo agrio, lúcumo, guayabo, papayo, maracuyá, babaco, níspero, feijoa y viñas.

(6) Se incluyen zanahoria, repollo y lechuga.

(7) Subtotal Hortalizas, no contabiliza superficie de hortalizas de invierno ya que es suelo que se utiliza dos veces en el año.

(8) Considera suelo ocupado por hortalizas de invierno, ya que es una superficie real a regar.

2.1.4

Adicionalmente, habría cerca de 1.000 hectáreas con potencial frutícola en sectores sobre cota de canal.

c) Zona 3: Comunas de Panquehue, Llay-llay y Catemu.

La zona 3 de planificación se ubica totalmente en el Distrito Sur de Valles Transversales de la zona agroclimática central.

La superficie de riego representa un 15% del área total, siendo utilizada mayoritariamente en praderas (5.183 hectáreas) y con plantaciones frutales (3.206 hectáreas). Proporcionalmente esta zona es la más importante del área del proyecto en término de los cultivos anuales; en ella se ubica casi un 25% de la superficie de siembra anual.

Los suelos de mayor aptitud frutal están prácticamente todos plantados. Existe un potencial disponible de una superficie cercana a 5.900 hectáreas actualmente con cultivos o praderas por limitaciones de drenaje. Adicionalmente habría 1.785 hectáreas potencialmente plantables, sobre cota de canal.

d) Zona 4: Comunas de Quillota, La Cruz, Calera, Nogales, Hijuelas, Limache y Olmué.

La zona 4 de planificación se ubica en el Distrito de valles prelitorales de la zona agroclimática interior.

Productivamente la zona es altamente diversificada, encontrándose en ella el 64% de la producción hortícola y el 82% de la superficie destinada a la producción de flores. En lo relativo a plantaciones, la zona concentra la mayor superficie en especies subtropicales (80% de chirimoyos, 56% de paltos) y casi la mitad de la producción citrícola del área (46%).

Los suelos de buena aptitud están siendo utilizados plenamente con plantaciones o cultivos intensivos. Sin embargo, en el área habría una superficie interesante de suelos aptos para plantaciones ubicadas sobre cota de canal (5.000 hectáreas).

e) Zona 5. Comunas de Puchuncaví y Zapallar.

A la zona 5 de planificación corresponden dos distritos agroclimáticos: Distrito Litoral Norte de zona agroclimática litoral y Distrito de valles prelitorales de la zona agroclimática interior.

La zona dispone de una pequeña superficie de suelos I y II (353 hectáreas) que equivale prácticamente a la superficie cultivada. Adicionalmente hay una superficie importante de suelos de Clase III

2.1.5

y IV con restricciones de drenaje, mayoritariamente destinado a praderas (4.739). Se detectaron además, casi 2.000 hectáreas potencialmente plantables ubicados sobre cota de canal.

f) Zona 6. Comunas de Cabildo, Papudo y parte de la Ligua.

La zona 6 de planificación se extiende a través de las tres zonas agroclimáticas (Litoral, Interior y Central).

Las 8.000 hectáreas potencialmente regadas representan un 10% de la superficie total del área de estudio. De éstas, 2.218 están plantadas con especies principalmente de tipo subtropical y cítricos. El resto de la superficie está destinada a praderas (3.300 hectáreas) y cultivos y hortalizas (2.500), reflejando ello la escasez e inseguridad de la disponibilidad de agua.

Existe, por consiguiente, suelo disponible para producción más intensiva, a lo que se agregaría un potencial de aproximadamente 2.500 hectáreas ubicadas sobre cota de canal.

g) Zona 7. Comunas de Petorca y parte de La Ligua.

La zona 7 de planificación incluye suelos ubicados en las tres zonas agroclimáticas: Litoral, Interior y Central.

Disponiendo de una baja proporción de los suelos regados en el área (6%), éstos están mayoritariamente utilizados por praderas y cultivos reflejando la inseguridad de riego y probablemente, la presencia de mucha propiedad pequeña poco capitalizada.

Con poco más de 1.000 hectáreas de frutales, las mayores superficies corresponden a paltos y cítricos que han sido plantados en los últimos años, con sistemas altamente tecnificados en cuanto al aprovechamiento del agua y adecuación de los suelos (uso de camellones).

2.1.1.3 Tecnologías de producción para los diferentes rubros

El proceso de desarrollo de la agricultura chilena en la última década ha significado una importante incorporación de tecnología productiva lo que se ha reflejado en aumentos de rendimientos.

Para los intereses de este estudio, los niveles tecnológicos globales pueden ser considerados como medio-altos lo que se refleja en niveles de producción adecuados.

2.1.6

Los cuadros 2.1.2, 2.1.3 y 2.1.4 resumen las estimaciones de rendimientos medios para los diferentes cultivos, especies frutales y rubros ganaderos, para las diferentes zonas del estudio.

CUADRO 2.1.2

**RENDIMIENTO MEDIO DE FRUTALES EN
DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO
(Kg/ha)**

ESPECIE	ETAPAS DE PRODUCCION				RENDIMIENTO MEDIO
	Formación	Creciente	Plena	Decreciente	
Damascos	0	5.067	12.800	8.960	9.410
Duraznos	0	9.756	21.940	15.358	16.651
Nectarines	0	6.286	20.687	14.481	15.117
Ciruelo europeo	0	1.628	9.000	6.300	6.356
Ciruelo japonés	0	8.839	23.507	16.455	17.518
Limonero	0	13.850	23.000	16.100	17.858
Manzanos	0	19.228	32.843	22.990	25.391
Perales	0	6.885	20.746	14.535	14.998
Nogales	315	1.983	3.150	2.205	2.444
Paltos	688	7.346	12.706	8.894	9.641
Uva de Mesa	0	13.120	22.632	15.842	17.787
Chirimoyos	500	8.000	20.375	14.263	14.613

Fuente: CIREN: Catastro Frutícola 1993
Departamento de Economía Agraria, P.U.C.

El rendimiento medio del cuadro anterior se ha obtenido a partir de los rendimientos esperados para cada año en la vida productiva de cada una de las especies frutales.

CUADRO 2.1.3

ESTIMACION DE RENDIMIENTOS MEDIOS PARA CULTIVOS ANUALES Y HORTALIZAS

	UNIDADES	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	ZONA 6	ZONA 7
CULTIVOS ANUALES								
Frejol	qq/ha	14	12	13	13	12	11	11
Maíz	qq/ha	90	55	60	60	0	80	55
Papas	qq/ha	150	120	120	120	120	120	120
Tabaco	qq/ha	27	27	27	27			27
Trigo	qq/ha	45	28	30	40	28	27	27
HORTALIZAS								
Alcachofas	1000/ha				40			
Ajos	Ton/ha	7	6	7	7			
Arvejas	Ton/ha	8	7		8	7	7	7
Cebolla	Ton/ha	35		35	35	35		
M. dulce y/o choclero	1000/ha	65	50		45		40	40
Porotos Verdes	Ton/ha	9				8	8	8
Tomates	Ton/ha	50	48	50	50	45		0

Fuente : Elaboración propia a partir de INE y ODEPA 1992/93

CUADRO 2.1.4

ESTIMACION DE NIVELES MEDIOS DE PRODUCTIVIDAD PARA
DIFERENTES TIPOS DE PRADERAS

Tipo de Pradera	Materia Seca (Kg/Ha)	Producción de Carne (Kg/Ha)
Alfalfa	23.000	1.100
Mezcla forrajera riego	8.000	400
Mejorada/riego eventual	6.000	200
Mejorada/secano	3.000	100
Natural/secano	1.500	50

Fuente: Elaboración propia

2.1.2 CARACTERIZACION ECONOMICA DE LA PRODUCCION AGROPECUARIA

2.1.2.1 Descripción de las variables principales que afectan a la
economía agrícola de la región

El comportamiento de las variables económicas que determinan la productividad actual y potencial del área, pueden resumirse en los siguientes aspectos:

- Una importante proporción de la producción regional está orientada a los mercados externos, especialmente en frutas y flores. Estos mercados -pese a estar siendo afectados por los problemas actuales de excesiva oferta, restricción en la demanda y tipo de cambio- continúan siendo interesantes.
- Algunas de las especies frutales subtropicales representan en la actualidad las actividades con mayor potencial de crecimiento exportador (paltos, chirimoyos, lúcumos, etc.) y para ellas, la región representa una proporción importante de los lugares de plantación potencial.

2.1.9

- En lo relativo a la disponibilidad y calidad de los recursos para una producción económicamente rentable, en general no existen limitaciones para ello. Es así como se dispone de un adecuado abastecimiento de insumos tecnológicos como fertilizantes, pesticidas, etc. al igual que acceso a asesoría tecnológica en materias especializadas.
- En la región existe, además, una tradición de producción frutícola y hortícola lo que facilita la disponibilidad de mano de obra especializada. Sin embargo, al igual que en otras áreas del país, este factor, se prevé como una de las limitaciones futuras, por lo cual se requeriría enfatizar programas tendientes al aumento de la productividad laboral o a una creciente mecanización.
- El nivel empresarial medio en el área es relativamente alto, tanto en productores medianos y grandes, como en un alto porcentaje de los pequeños productores que se han dedicado a rubros intensivos como hortalizas y flores. Excepcionalmente en las zonas del secano costero (Puchuncaví) o en las comunas Putaendo, Petorca y Cabildo hay pequeños productores con nivel de recursos y de tecnología bajos.

2.1.2.2 Metodología utilizada para estimar ingresos, costos y márgenes

La situación productiva actual reseñada en el punto anterior ha sido valorizada para los efectos de caracterizar económicamente el área del proyecto y definir la "situación actual" o situación "sin proyecto".

Para estos efectos se ha procedido de acuerdo a los siguientes criterios metodológicos:

- Las superficies actualmente cultivadas o plantadas que se indica en el cuadro 2.1.1 se han estimado como representativas de la situación actual, considerando que la estructura resultante no sufrirá grandes variaciones salvo que se introdujera modificaciones externas como ser, un proyecto masivo de regadío.
- A partir de las superficies establecidas y utilizando los rendimientos señalados anteriormente se puede estimar el volumen total de producción para los diferentes rubros de cultivos y hortalizas.
- La valorización de esta producción se ha realizado determinando el **Margen Neto** por hectárea, para cada rubro en las diversas zonas. El Margen Neto es la diferencia entre

2.1.10

Ingresos Totales (Producción x Precio) y los costos directos totales de producción.

- Los precios utilizados, tanto de insumos como de productos representan un promedio de cinco años y han sido expresados en moneda nacional a Enero de 1994.

CUADRO 2.1.5

**MARGEN NETO POR HECTAREA PARA DIFERENTES
RUBROS Y NIVELES TECNOLOGICOS
-SITUACION ACTUAL- (\$ enero 1994)**

	Nivel Medio	Nivel Alto
CULTIVOS ANUALES		
Porotos	27.656	112.572
Maíz	61.635	213.816
Papas	51.097	260.117
Tabaco		249.603
Trigo	43.683	168.852
FRUTALES		
Carozos		871.795
Cítricos		407.078
Pomáceas		161.467
Nogales		304.891
Paltos		1.030.083
Uva de Mesa		623.944
Chirimoyos		1.192.119
HORTALIZAS		
Alcachofas	119.239	
Ajos	98.558	389.933
Arvejas	35.092	153.092
Cebolla	708.313	
Maíz dulce(y/o Choclero)	489.350	1.289.350
Porotos Verdes	14.814	123.814
Tomates	44.097	2.390.097
Flores		2.361.130
PRADERAS		
Artificiales/riego	84.556	
Mejorada/riego eventual	15.371	

2.1.11

Para efectos de cuantificación, se ha procedido a agrupar las especies frutales en algunas categorías mayores que reúnen especies de características agronómicas y económicas similares.

- Para estimar el Margen neto por hectárea de praderas, se ha calculado los kilogramos de carne bovina que producen -en promedio- los diferentes tipos de pradera en la zona.

2.1.2.3 Valorización de la producción por zona de planificación

La metodología recientemente descrita permite efectuar una caracterización global del área del proyecto y de cada zona, la que se resume en el cuadro 2.1.6.

CUADRO 2.1.6

EXCEDENTE NETO TOTAL Y POR ZONA DE PLANIFICACION (miles \$ enero 1994)

ZONA	CULTIVOS ANUALES	FRUTALES	HORTALIZAS	PRADERAS	TOTAL
1	442.881	9.395.376	816.204	251.043	10.905.504
2	101.883	1.053.454	55.269	118.529	1.329.134
3	270.870	2.107.549	670.715	239.392	3.288.526
4	162.324	5.077.229	13.281.013	377.745	18.898.312
5	4.416	75.914	35.338	25.917	141.585
6	106.419	1.857.827	45.196	105.933	2.115.375
7	58.884	1.001.247	875.653	75.026	2.010.810
TOTAL	1.147.677	20.568.595	15.779.388	1.193.585	38.689.247

Las cifras estimadas reflejarían el "excedente" que para el conjunto de productores se estaría generando en la situación actual, asumiendo un año de producción estabilizada. En otras palabras, bajo la hipótesis que (a) las superficies de los distintos rubros reflejan la seguridad de riego actual, (b) que los volúmenes de cosecha estimados reflejan la producción de un año promedio en cultivos anuales y un año promedio de todo el ciclo de cada especie frutal y (c) que los precios y costos actuales reflejan las tendencias relativas en el mediano plazo, el "excedente económico" del área sería de \$ 38.689 millones.

2.2 SISTEMAS ADMINISTRATIVOS DE RIEGO

2.2.1 INTRODUCCION

El objetivo del presente capítulo es disponer de un diagnóstico de la situación actual de todas y cada una de las organizaciones de usuarios de aguas, independiente de las alternativas de desarrollo futuro a formular con los recursos hídricos del valle.

Se debe tener en cuenta que los destinatarios de las aguas u obras serán las actuales organizaciones de usuarios. Por ello resulta de interés conocer sus capacidades, tanto económicas como administrativas, legales y técnicas.

Los datos de base de este capítulo se han obtenido de una encuesta, a nivel de detalle, efectuada en terreno a cada uno de los canales de los tres ríos involucrados en el presente estudio y a sus principales afluentes. Dichos antecedentes se resumen en fichas individuales para cada canal visitado.

Las fichas de la encuesta, internamente se han dividido en 5 temas:

- Identificación
- Derechos de Aguas
- Características Físicas
- Administración
- Directorio

Las fichas antes mencionadas contienen información, en primer lugar de los datos de ubicación del canal y del tipo de organización de usuarios de que se trate y si ésta está constituida legalmente o no, indicándose la localización del documento legal correspondiente. Posteriormente, se incluyen las características físicas de los canales, tales como longitud, tipo de bocatoma, superficie regada, tipo de compuerta de descarga, existencia de sistemas de aforo y el número de marcos partidores, sifones y pasos de quebradas. También se indica la forma de realizar las limpiezas del canal, es decir si se hacen a mano, se contratan con terceros o con aportes de mano de obra de los diferentes socios. En relación con los aspectos administrativos se establece si hay personal de administración y celadores. La capacidad financiera se detalla tanto en el presupuesto anual de cada organización (canal) como el nivel de morosidad de ella en los dos últimos años. Finalmente se indica el Directorio con sus nombres y direcciones correspondientes.

El recorrido en terreno se resume en 201 fichas correspondientes a igual número de canales encuestados distribuidos de la siguiente forma:

2.2.2

-Río Aconcagua 1ª Sección	23	fichas de canales
-Río Aconcagua 2ª Sección	21	"
-Río Aconcagua 3ª Sección	19	"
-Río Aconcagua 4ª Sección	4	"
-Estero Catemu	5	"
-Río Putaendo	37	"
-Río Ligua	16	"
-Estero Los Angeles	7	"
-Estero Alicahue	6	"
-Río Petorca	34	"
-Estero Sobrante	13	"
-Estero Chalaco	6	"
-Estero Pedernal	10	"

Por lo tanto se recorrieron 109 canales en el valle de Aconcagua, 29 en el valle del río Ligua y afluentes y 63 en el río Petorca y afluentes.

2.2.2 CARACTERISTICAS Y CONCLUSIONES

A continuación se describen brevemente las características principales detectadas en cada uno de los valles considerados.

2.2.2.1 Río Aconcagua, 1ª Sección

En lo que se refiere a las Juntas de Vigilancia y a la administración de los canales, es la mejor organizada del valle del río Aconcagua.

Posee organización legal denominada, Junta de Vigilancia del Río Aconcagua Primera Sección.

La Junta de Vigilancia se reconoce por Decreto N° 109 del 12 de Enero de 1953 del MOP y publicado en el Diario Oficial el 26 de Mayo de 1953. Inscrita en la Notaría Pública de Los Andes el 4 de Agosto de 1954. La escritura de Constitución de la Junta de Vigilancia se realizó en la Notaría Publica de Los Andes el 30 de Noviembre de 1954.

La jurisdicción de la Junta de Vigilancia se extiende sobre toda la Primera Sección del río Aconcagua, desde sus nacientes en la cordillera de Los Andes hasta el puente Del Rey o puente de acceso a la ciudad de San Felipe. Tiene 27 canales sometidos a su jurisdicción de los cuales 23 son los principales y de ellos se han presentado las fichas antes mencionadas.

2.2.3

Aproximadamente el 50% de los canales tiene una organización legalmente constituida.

El presupuesto anual de los 23 canales encuestados de la Primera Sección alcanza unas 18000 UF. Lo cual se traduce en una media de 780 UF por canal al año. Estos canales riegan una superficie cercana a las 21.600 ha.

La capacidad de los canales de la primera sección está por sobre los 32 m³/s sin contar el canal Aconcagua. Lo anterior conduce a una dotación de 1,5 l/s/ha.

2.2.2.2 Río Aconcagua, 2ª Sección

Esta sección no presenta Junta de Vigilancia legalmente constituida. Existiendo en la actualidad una Junta de Vigilancia Provisional.

La situación legal de los canales, en términos numéricos presenta una alta cobertura, existiendo en la actualidad solo 3 canales de 20, destinados a riego, sin Asociación de Canalistas legalmente constituida, presentando solo organización de hecho.

Es necesario destacar que la mayoría de las Organizaciones de Usuarios presentan su situación legal inscrita recién durante el año 1991.

Se han identificado 22 canales, incluyendo 2, destinados al abastecimiento de agua potable, primero el que sale de la captación Las Vegas y otro denominado Enrique Correa.

El presupuesto anual de la 2ª Sección alcanza a unas 9.180 UF para la suma de los 22 canales. Lo anterior entrega un promedio de 420 UF por canal. La morosidad en el pago de las cuotas por los usuarios es cercana a un 17%.

Los derechos de aprovechamiento se traducen en 32.425,5 acciones como la suma de 20 canales destinados a riego de un total aproximado de 13.647 ha.

Se indican la capacidad de los canales, lo cual alcanza una cifra cercana a 23 m³/s. De acuerdo a lo anterior, se tendría una dotación promedio para esta 2ª sección de 1,7 l/s/ha aproximadamente como capacidad de canal.

2.2.4

2.2.2.3 Río Aconcagua, 3ª Sección

La Tercera Sección del río Aconcagua se encuentra legalmente organizada. Su jurisdicción comprende entre la Puntilla de Romeral y la bocatoma del canal Molino Rautén.

La Junta de Vigilancia está constituida con fecha 15 de Octubre de 1957 en la notaría de J. Raúl Saa de Quillota. Decreto Aprobatorio N° 2501 con fecha de publicación 1957.

Existen 18 canales reconocidos por la Junta de Vigilancia de la Tercera Sección más 4 canales menores no considerados. El 60% de los canales de esta 3ª Sección cuenta con Organización legalmente constituida.

El presupuesto anual alcanza a las 27.700 UF para los 18 canales considerados, lo anterior se traduce en una media de 1.500 UF como presupuesto anual por canal. La morosidad alcanza a un 27% aproximadamente.

Los derechos de los canales corresponderían a 16.100 acciones permanentes más 7,3 m³/s como derechos eventuales. Estos últimos corresponden a 3 canales tales como El Melón, Torrejón, Mauco. que solo disponen de recursos eventuales.

La superficie regada alcanzan a unas 24.130 ha. La capacidad de los canales, en las condiciones actuales, sería cercana a 28,6 m³/s. Por lo tanto, se tendría una dotación de 1,2 l/s/ha en esta 3ª Sección.

2.2.2.4 Río Aconcagua, 4ª Sección

Esta sección que comprende muy pocos canales (4), no tiene Junta de Vigilancia y riegan unas 520 ha.

La situación legal de los canales es deficiente ya que 2 de ellos tienen organización solo de hecho y los otros 2 restantes están inscritos en la Dirección de Aguas de Quillota y no hay otro tipo de constancia.

2.2.2.5 Río Aconcagua, Afluente Estero Catemu

Este Estero no tiene Junta de Vigilancia. Los canales están a cargo de la Asociación de Canales Unidos de Catemu. Todos ellos tienen organización solo de hecho.

2.2.5

Existen 5 canales, los cuáles presentan un presupuesto anual de 300 UF lo que indica una media de 60 UF por canal. La morosidad es cercana al 20%.

Los derechos de los canales corresponden a un total de 260 acciones que riegan unas 570 ha.

Entre las necesidades más importantes se pueden mencionar la construcción de bocatomas definitivas en el Estero Catemu. Respecto a la distribución, existe una carencia de tomas y compuertas de saque. Los pasos de quebradas son otro punto débil del sistema.

2.2.2.6 Río Aconcagua, Afluente río Putaendo

Existe Junta de Vigilancia, registrada según Decreto MOP N° 110 repertorio 51 del 06/04/1993. Pertenecen a la Junta 37 canales, de los cuales 3 nacen del estero Chalaco afluente del río Putaendo. Los restantes calen de los canales unificados y revestidos llamados Sector Poniente (ribera derecha del río Putaendo con 19 canales) y Sector Oriente (ribera izquierda con 15 canales).

Todos los canales están legalmente constituidos. En cuanto al presupuesto anual no se logró determinar estas cifras. Aunque estimaciones de morosidad no sobrepasan el 10%.

Dadas las dificultades de regadío de este valle, para mejorar los inconvenientes la Junta Provisional en conjunto con la Dirección de Riego, están trabajando en canales revestidos paralelos al río. Desde 1986 que se conoce de esta construcción.

2.2.2.7 Río Ligua entre Desembocadura y junta estero Alicahue

Este río no tiene Junta de Vigilancia y no se observa por el momento el propósito de establecerla. Existen 16 canales de los cuales todos presentan organización legalmente constituida (salvo uno). Todos los canales presentan organizaciones con inscripciones entre los años 1984 a 1986.

2.2.2.8 Río Ligua, Afluente estero Alicahue

No existe Junta de Vigilancia. En este sector toda el agua que toma el canal revestido Alicahue - La Vega está muy bien organizado y distribuido. Fuera de este canal existen otros 5 canales menores. El canal Alicahue-La Vega pasa por seis sectores en donde salen de él varios canales secundarios tales como: sector Alicahue salen 6 canales, Sector Paihuen salen 6 canales, Sector Bartolillo salen 3

2.2.6

canales, Sector Pililen salen 5 canales y Sector La Vega donde se derivan 4 canales secundarios.

La totalidad de los canales presenta organización legalmente constituida. Aunque la situación financiera no se pudo establecer en la encuesta, la morosidad fluctúa entre 10% y 50%.

Los derechos de aprovechamiento corresponden a 2.989,3 acciones repartidas entre el Canal Alicahue-La Vega y los 5 restantes. De ellos un 88,3% corresponde a derechos del Canal revestido Alicahue-La Vega. Las hectáreas regadas en el valle de Alicahue alcanzan a 3.180, donde el Canal Alicahue-La Vega riega un 85,6% de ellas.

2.2.2.9 Río Ligua, Afluente estero Los Angeles

No tiene Junta de Vigilancia, existiendo 7 canales donde solo uno tiene organización legalmente constituida y este corresponde al canal El Quemado.

Las hectáreas regadas alcanzan a 460 con la suma de los siete canales existentes. Esta es una zona de baja situación económica donde los canalistas mejoran sus bocatomas, saques y pasos de quebradas en forma rudimentaria.

Los derechos de la suma de 16 canales alcanzan las 4.154 acciones y riegan una superficie de 4.124 Hectáreas.

Los programas futuros a que se aspira es hacer bocatomas definitivas y las secciones de aforo necesarias para distribuir el agua de riego.

2.2.2.10 Río Petorca, entre desembocadura y confluencia del Estero Sobrante

En este río, sin Junta de Vigilancia, hay 33 canales provenientes del río Petorca, de los cuales solo hay 5 que no están legalizados y 32 de ellos están en funcionamiento actual.

Las principales deficiencias se pueden mencionar indicando acciones tales como mejorar bocatomas, hacer drenes de captación, hacer canoas para pasar quebradas, mejorar los saques de distribución, mejorar tranques nocturnos y solucionar problemas de contaminación por relaves mineros.

Los derechos de los canales del río Petorca entre desembocadura y confluencia con estero Pedernal, suman 2.758 acciones entre los 33 canales de los cuales 20,4 acciones corresponden a el canal La Bomba que no está en funcionamiento.

2.2.7

Los 33 canales riegan un total de 3.444 hectáreas.

2.2.2.11 Río Petorca, Afluente Estero Sobrante

No existe Junta de Vigilancia, en este afluente sur del río Petorca solo hay comunidades de aguas y dentro de las 13 existentes, solo hay legalizadas 3.

Por otra parte 10 de los canales pertenecen a la Sociedad Agrícola y Ganadera El Sobrante. Por lo anterior no hay más directiva que el Administrador de dicha Sociedad.

Siguiendo el ejemplo del canal Alicahue (en el Valle del Ligua), se ha construido un canal revestido, paralelo al río, que partiendo desde el primer canal debe tener unos 4 km ya terminados faltando unos 2 km por revestir. Con esta obra terminada, los canales del lado izquierdo del estero Sobrante mejorarían sus condiciones actuales. El costo estimado de la inversión ya realizada alcanzaría unos \$ 250 millones faltando igual cantidad por concluir aproximadamente.

2.2.2.12 Río Petorca, Afluente Estero Pedernal-Chalaco

Esteros Pedernal

Existen 10 canales, que salen del Pedernal y que no están organizados legalmente. Se trata de pequeños canales sin obra de arte alguna, que son mantenidos mediante ayuda directa entre los regantes. En cuanto a su organización es aceptable necesitando ayuda, tanto en lo técnico como en lo administrativo y conocer de aquellas instituciones que los puedan instruir y mejorar sus técnicas de riego.

Las hectáreas regadas alcanzan a 187.

Esteros Chalaco

Del estero Chalaco se derivan 6 canales bien organizados, donde 4 de ellos pertenecen a la Hacienda Chalaco, cuyos dueños cubren todas las necesidades frente a otros pocos usuarios que contribuyen con mano de obra.

Son canales de pequeño caudal donde los problemas de bocatoma se corrigen año a año al igual que los pasos de quebradas y las tomas de distribución.

Los 6 canales suman 267 acciones y riegan unas 252 ha.

2.2.8

2.2.3 CUADROS RESUMENES DE CANALES

A continuación se presentan los cuadros resúmenes de los canales existentes en cada uno de los valles considerados.

Se muestran los canales existentes en :

-	Río Aconcagua 1ª Sección	Cuadro 2.2.1
-	Río Aconcagua 2ª Sección	Cuadro 2.2.2
-	Río Aconcagua 3ª Sección	Cuadro 2.2.3
-	Río Aconcagua 4ª Sección	Cuadro 2.2.4
-	Estero Catemu	Cuadro 2.2.5
-	Río Putaendo	Cuadro 2.2.6
-	Río Ligua	Cuadro 2.2.7
-	Estero Los Angeles	Cuadro 2.2.8
-	Estero Alicahue	Cuadro 2.2.9
-	Río Petorca	Cuadro 2.2.10
-	Estero Sobrante	Cuadro 2.2.11
-	Estero Chalaco	Cuadro 2.2.12
-	Estero Pedernal	Cuadro 2.2.13

CUADRO 2.2.1

CANALES RIO ACONCAGUA UBICADOS EN LA 1ª SECCION													
Nº	SITUACION			MOROSIDAD	CAP. ADMINISTRATIVA					DERECHOS		HAS.	AFOROS
Encuesta	CANAL	Toma	LEGAL	FINANCIERA	% 1993	S	C	CEL	ING.T.P.	Admi.	PERMANENTES	EVENTUALES	REGADAS
			UF								acciones	l/s	CANAL
													m3/S
	Club de Campo	Derecha	De hecho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,75
ACO1-1	Chacabuco Polpaico	Izquierda	14/01/58-Notaria Rafael Zaldivar	2400	-	1	2	4	1-1 Abog.	-	-	2999	290
	Aconcagua	Derecha	No Posee	-	-	-	-	-	-	-	-	7500	0
ACO1-2	Los Quilos y Ladera Negra	Izquierda	26/05/1981, Not. J.Barrientos L.Andes	1364	5	1	1	2	1	-	228,125	540	700
			MOP 23/09/1981 DS # 982										
	El Calvario Uno	Derecha	No Posee	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,86
	El Calvario Dos	Derecha	No Posee	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,67
ACO1-3	Zamora o Las Vizcachas	Derecha	De hecho	136	-	-	-	-	-	-	33	-	42
ACO1-4	Hurtado o San Regis	Derecha	De hecho	982	10	1	1	1	-	-	600	1080	1400
ACO1-5	Ramirez	Derecha	De hecho	136	-	-	-	1	-	-	83	257,4	83
ACO1-6	La Petaca o San Vicente	Izquierda	Notaria Rios 23/04/93 Los Andes	2091	8	-	-	1	-	-	394,125	1260	600
ACO1-7	Salero	Derecha	De hecho	68	10	1	1	1	-	-	67	540	160
ACO1-8	San Miguel	Derecha	No Recuerdan Notaria-1939/No Poseen	961	10	1	1	5	-	-	1610	360	2000
ACO1-9	Santa Rosa	Izquierda	Los Andes Not.Ossa 22/04/1929	455	25	1	1	2	-	-	1227,75	1260	1679
			D.S.09/11/1908-13/12/29										
ACO1-10	Santander	Derecha	De hecho	182	-	1	1	1	-	-	76	36	121
ACO1-11	Rinconada	Izquierda	Los Andes Notaria Ossa.	3636	35	1	2	6	1	-	2500	563,4	3744
			D.S.2735 13/12/29										
ACO1-12	Los Cantos	Izquierda	Los Andes Not.Ossa-1938.	455	25	-	-	1	-	-	300	204,75	573
ACO1-13	San Rafael	Izquierda	Los Andes Not.L.Diez M. 29/07/52	1818	20	1	1	4	-	-	1500	1260	3224
			D.S.2377 13/12/52 y DGA 176 25/04/79										
ACO1-14	Quilpue	Derecha	Los Andes Not.L.Diez M. 13/11/52	1272	40	1	1	1	-	-	853	153	1359
ACO1-15	Estanquera	Derecha	De hecho	182	5	1	1	1	-	-	227	41,4	413
ACO1-16	Ahumada	Derecha	R.M.Mery-San Felipe Abril 91	636	15	-	-	1	-	-	800	211,68	1407
ACO1-17	Herrera	Derecha	D.S. 1925 (no posee ?)	273	30	-	-	1	-	-	467	149,4	916
ACO1-18	Montenegro o Almendral	Derecha	San Felipe Not.I.Vanni 1980	218	30	-	-	1	-	-	529	127,8	859
ACO1-19	Encon o El Sauce	Derecha	San Felipe Not.J.Polloni 1989	228	5	1	1	1	-	-	500	180	1007
ACO1-20	Curimon	Izquierda	De hecho	227	5	1	1	1	-	-	400	90	542
ACO1-21	Del Pueblo	Derecha	San Felipe Not.J.Polloni 13/11/90	182	-	1	1	1	-	-	230	183,6	287
ACO1-22	Cerro Verde	Izquierda	De hecho	32	-	-	-	-	-	-	75	18	117
ACO1-23	La Pirca	Derecha	De hecho	23	-	-	-	-	-	-	74	39,6	80
			Totales y Promedios	17957	10,7	14	16	37	2	-	12774	11555,03	21621,28
	SIMBOLOGIA	CEL: Celador.	ING.T.P.:Ingeniero tiempo parcial.										
	C: Contador.	S: Secretaria.	ADMIL: Administrador.										

CUADRO 2.2.2

CANALES RIO ACONCAGUA UBICADOS EN LA 2ª SECCION														
Nº				SITUACION	MOROSIDAD	CAP. ADMINISTRATIVA.					DERECHOS		HAS.	CAPACIDAD
Encuesta	CANAL	Toma	LEGAL	FINANCIERA	% 1993	S	C	CEL	ING.T.P.	Admi.	PERMANENTE	EVENTUALES	REGADAS	CANAL
				UF							Acciones	l/s		m3/s
Acon2-01	Puente o Culebra.	Izquierda	C.B.R. S.Felipe FS-151 Num-155 1991	181,81	60	1	1	-	-	-	79,58		149	0,260
Acon2-02	Escorial o del Medio	Derecha	C.B.R. S.Felipe FS-117 Num-136 1991	27,00		-	-	-	-	-	96,086		325	0,400
Acon2-03	Cisneros	Izquierda	Not. San Felipe FS 150v, Nº158 1991	727,00		-	-	-	-	-	22		22	0,100
Acon2-04	Masanet o Carey	Izquierda	De hecho	90,90	50	-	-	-	-	-	120		80	0,150
Acon2-05	Arriba de Catemu	Derecha	C.B.R. S.Felipe FS-14v Num-18 1947	1363,63	7	1	1	6	1	-	260		1668	3,700
Acon2-06	Turbina	Derecha	C.B.R. S.Felipe FS-166 Num-163 1991	181,81		-	-	-	-	-	70,92		128	0,500
Acon2-07	Santa Isabel o del Medio	Derecha	Not. Polloni- S.Felipe FS-246v Num-236 1991	636,36		-	-	-	-	-	115,94		186	0,500
Acon2-08	Del Cerro o Encon	Derecha	C.B.R. S.Felipe Num-155 FS. 151 1991	12,40	10	-	-	1	-	-	34		1100	0,400
Acon2-09	Comunidad Panquehue	Izquierda	S.Felipe 17/07/35-Notaria Polloni.	309,00	5	-	-	1	-	-	67		1421	1,600
Acon2-10	Bajo Catemu	Derecha	C.B.R.S.Felipe FS-17v Num-19 1947	1181,81	6	1	1	6	1	-	200		1107	2,000
Acon2-11	Pepino o Huidobro	Derecha	C.B.R. S.Felipe FS-291 Num-254 1991	90,90		-	-	1	-	-	466,629		1029	1,650
Acon2-12	Mercedes	Derecha	C.B.R. S.Felipe FS-163 Num-162 1991	54,54		-	-	-	-	-	20,88		108	0,700
Acon2-13	Chacay o Pedregales	Derecha	C.B.R. S.Felipe FS-152v Num-156 1991	90,91		-	-	-	-	-	286,14		630	1,200
Acon2-14	Valdesano o Llay Llay	Izquierda	C.B.R. S.Felipe FS-305 Num-255 1991	1622,00	17	2	1	3	-	-	27894,6		1751	2,500
Acon2-15	Estancilla o Chagres	Izquierda	C.B.R. S.Felipe FS-250 Num-239 1991	73,00		-	-	-	-	-	73,47		236	0,350
Acon2-16	Comunero o Ucuquer	Izquierda	C.B.R. S.Felipe FS-271 Num-253 1991	1091,00	8	1	1	3	-	1	316,0323		1601	3,000
Acon2-17	Las Vegas-Molinos	Izquierda	C.B.R. S.Felipe FS-259 Num-248 1991	182,00	2	-	-	-	-	-	233,23		537	1,400
Acon2-18	La Isla	Izquierda	C.B.R. S.Felipe FS-162 Num-161 1991	27,30		-	-	1	-	-	69		69	0,100
Acon2-19	Comunidad Romeral	Derecha	De hecho	-	10	-	-	1	-	-	1000		750	0,400
Acon2-20	La Sombra o Grande	Derecha	De hecho	136,00	10	1	-	1	-	-	1000		750	0,400
Acon2-21	Enrique Correa	Izquierda	ESVAL D.A. Quillota	195,00			-	-	1	Planta	100 l/s		0	0,750
Acon2-22	Captacion Las Vegas	Izquierda	ESVAL D.A. Quillota 1989	909,00		-	-	4	-	Planta	1000 l/s		0	1,000
Totales y Promedios				9183,37	16,82	7	5	28	3	1	32425,51	0,00	13647	23,06
	SIMBOLOGIA	CEL.: Celador.	ING.T.P.:Ingeniero tiempo parcial.											
	C: Contador.	S: Secretaria.	ADMI. :Administrador.											

2.2.11

[illegible]

CUADRO 2.2.4

CANALES RIO ACONCAGUA UBICADOS EN LA 4* SECCION														
Nº			SITUACION		MOROSIDAD	CAP. ADMINISTRATIVA.					DERECHOS		HAS.	CAPACIDAD
Encuesta	CANAL	Toma	LEGAL	FINANCIERA	% 1993	S	C	CEL	ING.T.P.	Admi.	PERMANENTE	EVENTUALES	REGADAS	CANAL
				UF							Acciones	l/s		m3/s
Acon4-01	Tabolango		De hecho	-	10	-	-	-	-	-	-		100	
Acon4-02	Victoria de Sta Rosa de Colmo		De hecho	-		-	-	-	-	-	-		150	
Acon4-03	La Libertad		Inscrito D.A. Quillota.	55		-	-	-	-	-	-		20	
			No hay constancia.											
Acon4-04	San Victor		Inscrito D.A. Quillota.	-		-	-	-	-	-	-		250	
			No hay constancia.											
			Totales y Promedios	55,00	10,00	0	0	0	0	0			520	
	SIMBOLOGIA	CEL: Celador	ING.T.P.:Ingeniero tiempo parcial.											
	C: Contador.	S: Secretario	ADM.: Administrador.											

CUADRO 2.2.5

CANALES RIO ACONCAGUA UBICADOS EN AFLUENTE ESTERO CATEMU													
Nº			SITUACION		MOROSIDAD	CAP. ADMINISTRATIVA					DERECHOS		HAS.
Encuesta	CANAL	Toma	LEGAL	FINANCIERA	% 1993	S	C	CEL	ING.T.P.	Admi.	PERMANENTE	EVENTUALES	REGADAS
				UF							Acciones	l/s	CANAL
													m3/s
Cate-1	El Alamo		De hecho	55	25	-	-	1	-	-	25		35
Cate-2	Varillano		De hecho	64	30	-	-	1	-	-	60		177,5
Cate-3	Turbina		De hecho	91	25	-	-	1	-	-	15		62
Cate-4	Palquial		1889-Valparaiso.	55	5	-	-	1	-	-	100		145
Cate-5	Purehuc		De hecho	45	10	-	-	-	-	-	60		154
			Totales y Promedios	308,99	19,00			4			260		573,5
	SIMBOLOGIA	CEL: Celador.	ING.T.P.:Ingeniero tiempo parcial.										
	C: Contador.	S: Secretaria	ADMI. :Administrador.										

CUADRO 2.2.6

RIO ACONCAGUA CANALES DEL AFLUENTE ESTERO PUTAENDO														
Nº	SITUACION				MOROSIDAD	CAP. ADMINISTRATIVA.					DERECHOS		HAS.	CAPACIDAD
Encuesta	CANAL	Toma	LEGAL	FINANCIERA	% 1993	S	C	CEL	ING.T.P.	Admi.	PERMANENTE	EVENTUALES	REGADAS	CANAL
				UF							Acciones	l/s		m3/s
Put-01	Chalaco Alto.		Not. Putaendo,Num 18895 FS-107 Num-23 1985	No hay	10	-	-	1	-	-	54,8		54,8	
Put-02	Chalaco Bajo		Not. Putaendo,Num-18820 FS-75 Num-15 1985	No hay	5	-	-	1	-	-	331,8		331,8	
Put-03	Lobo de Piguchen		Not. Putaendo,Num. 18840 FS-110v Num-25 1985.	No hay	10	-	-	2	-	-	600		600	
Put-04	El Tranque		Noy. Putaendo Num-18821 FS-70-Num-14 1985.	No hay	5	-	-	1	-	-	289,78		290	
Put-05	El Desaguc		Not. Putaendo Num-18882 FS-54 Num-10 1985.	No hay	-	-	-	1	-	-	340,7		341	
Put-06	Los Guzmanes		Not. Putaendo, Num-18823 FS-128 Num-28 1985.	No hay	3	-	-	1	-	-	180,03		180,03	
Put-07	Los Lazos de Vicuna.		Not. Putaendo, Num-18824 FS-63 Num-13 1985.	No hay	10	-	-	1	-	-	350,53		350	
Put-08	Compuertas Lo Vicuna		Not. Putaendo, Num-18825 Fs-50 Num-9 1985	No hay	5	-	-	1	-	-	405,8		406	
Put-09	Barrancas		Not. Putaendo, Num-18839 FS-985 Num-20 1985	No hay	5	-	-	1	-	-	16,2		16	
Put-10	Montoya		Not. Putaendo, Num-18828 FS-19v Num-4 1985.	No hay	10	-	-	-	-	-	70,85		71	
Put-11	Silva Viejo		Not. Putaendo, Num-18827 FS-84 Num-17 1985.	No hay	10	-	-	1	-	-	99,08		100	
Put-12	Silva Nuevo		Not. Putaendo, Num-18828 FS-365 Num-6 1985	No hay	3	-	-	1	-	-	185,15		185	
Put-13	Los Lazos de Q.de Herrera.		Not. Putaendo, Num-18829 FS-95 Num-3 1985.	No hay	8	-	-	1	-	-	168,58		169	
Put-14	Bellavista		Not. Putaendo, Num-18830 FS-147 Num-29 1985.	No hay	10	-	-	1	-	-	133,22		134	
Put-15	El Molino		Not. Putaendo, Num-18881 FS-25v Num-21 1985.	No hay	10	-	-	1	-	-	213,89		214	
Put-16	Gancho El Peral		Not. Putaendo, Num-18832 FS-1 Num-1 1985.	No hay	5	-	-	1	-	-	40,87		41	
Put-17	Las Meicas		Not. Putaendo, Num-18833 FS-62 Num-12 1985.	No hay	10	-	-	1	-	-	21,2		22	
Put-18	Gancho Chacay		Not. Putaendo, Num-18834 FS-109 Num-24 1985.	No hay	3	-	-	1	-	-	17,35		18	
Put-19	Gancho Barboza		Not. Putaendo, Num-18835 FS-48v Num-8 1985.	No hay	10	-	-	1	-	-	41,2		42	
Put-20	Bellavista 8 y El Asiento.		Not. Putaendo, Num-18836 FS-225 Num-34 1985.	No hay	3	-	-	2	-	-	246,85		250	
Put-21	Salinas		Not. Putaendo, Num-18837 FS-168v Num-3 1985.	No hay	2	-	-	1	-	-	392,28		400	
Put-22	Magna		Not. Putaendo, Num-18838 FS-196v Num-32 1985.	No hay	3	-	-	1	-	-	335,18		336	
Put-23	La Compania		Not. Putaendo, Num-18841 FS-101v Num-22 1985.	No hay	20	-	-	1	-	-	178,78		179	
Put-24	Lobos y Castro		Not. Putaendo, Num-18842 FS-124 Num-27 1985.	No hay	10	-	-	1	-	-	24,9		25	
Put-25	Mal Paso		Not. Putaendo, Num-18843 FS-945 Num-19 1985.	No hay	10	-	-	1	-	-	14,58		15	
Put-26	El Pueblo		Not. Putaendo, Num-18844 FS-210v Num-33 1985.	No hay	10	-	-	1	-	-	132,56		133	
Put-27	El Alamo		Not. Putaendo, Num-18845 FS-91v Num-18 1985.	No hay	5	-	-	1	-	-	4,21		5	
Put-28	Araya		Not. Putaendo, Num-18846 FS-237 Num-35 1985.	No hay	3	-	-	1	-	-	78,33		79	
Put-29	El Cuadro		Not. Putaendo, Num-18887 FS-244 Num-36 1985.	No hay	10	-	-	1	-	-	13,84		14	
Put-30	Grande de Rinc.de Silva.		Not. Putaendo, Num-18848 FS-245v Num-37 1985.	No hay	3	-	-	1	-	-	472,08		473	
Put-31	El Moro		Not. Putaendo, Num-18849 FS-99 Num-21 1985.	No hay	-	-	-	1	-	-	7,5		7,5	
Put-32	Higuerita		Not. Putaendo, Num-18885 FS-61 Num-11 1985.	No hay	-	-	-	1	-	-	6,67		6,67	
Put-33	Rinconada Chica		Not. Putaendo, Num-18851 FS-158 Num-30 1985.	No hay	10	-	-	1	-	-	323,69		324	
Put-34	Pedregales		Not. Putaendo, Num-18852 FS-122 Num-26 1985.	No hay	5	-	-	1	-	-	22,5		23	
Put-35	Las Coimas		Not. Putaendo, Num-18853 FS-3v Num-2 1985.	No hay	10	-	-	1	-	-	47,11		47	
Put-36	Calle Larga		Not. Putaendo, FS-805 Num-16 1985.	No hay	10	-	-	1	-	-	22,08		22	
Put-37	Punta El Olivo		Not. Putaendo, Num-18855 FS-49v Num-7 1985.	No hay	3	-	-	1	-	-	128,8		129	
Totales y Promedios					6,73	0	0	38	0	0	6012,97	0	6033,8	0
SIMBOLOGIA		CEL: Celador	ING.T.P.:Ingeniero tiempo parcial.											
C: Contador.		S: Secretaria	ADMI.:Administrador.											

CUADRO 2.2.7

CANALES EN EL RIO LIGUA (Entre desembocadura y junta con Alicahue)													
Nº	SITUACION			MOROSIDAD	CAP. ADMINISTRATIVA				DERECHOS		HAS.	CAPACIDAD	
Encuesta	CANAL	Toma	LEGAL	FINANCIERA	% 1993	S	C	CEL	ING.T.P.	Admi.	PERMANENTE	EVENTUALES	REGADAS
				UF							Acciones	l/s	CANAL
													m3/s
Lig-1	Del Medio o La Sirena.		Not. Morale-La Ligua,Num-71 Rep-1505 3	Presupuesto	-	-	-	1	-	-	276,7		279
			D.G.A. Res.414 FS-1894 17/11/86	no hacen									
Lig-2	Del Hambre o Del Bajo		Not. Ligua,Num-70 Rep-1506 30/11/86	Presupuesto	-	-	-	1	-	-	89,7		90
			D.G.A. Res.415 FS-1893 17/11/86	no hacen									
Lig-3	La Laja		Not. Morales,Num-66 Rep-1495 16/05/86	Presupuesto	-	-	-	1	-	-	273,66		274
			D.G.A. Res.406 FS-1689 17/11/86	no hacen									
Lig-4	Monte grande		N. Ligua,Num-69 Rep-1503 16/05/86	Presupuesto	-	-	-	1	-	-	312		566
			D.G.A. Res.415 FS-413 19/11/86	no hacen									
Lig-5	El Ingenio		N. Ligua,Num-26 Rep-1416 07/04/94	Presupuesto	-	-	-	1	-	-	1000		100
			Diario oficial 22/02/94	no hacen									
Lig-6	La Palma		N. Ligua,Num-67 Rep-1504 25/08/86	Presupuesto	-	-	-	1	-	-	10,08		400
			D.G.A. Res.412 FS-1794 30/10/86	no hacen									
Lig-7	Las Garzas		N. Ligua,Num-11 Rep-43 14/01/86	Presupuesto	-	-	-	-	-	-	168		150
			D.G.A. Res.321 FS-2161 26/12/85	no hacen									
Lig-8	Los Loros		N. Ligua,Num-6 Rep-1261 16/05/86	Presupuesto	-	-	-	-	-	-	160,67		240
			D.G.A. Res.1374 FS-402 05/08/86	no hacen									
Lig-9	Valle Hermoso		N. Ligua,Num-22 Rep-78 13/12/85	Presupuesto	25	-	-	1	-	-	277,24		169
			D.G.A. Res.2161 FS-324 26/12/85	no hacen									
Lig-10	Aguas claras		N. Ligua,Num-28 Rep-107 23/12/85	Presupuesto	-	-	-	1	-	-	93,55		99
			D.G.A. Res.126 FS-350 24/01/86	no hacen									
Lig-11	Abel Zamora		De hecho	-	-	-	-	1	-	-	-		150
Lig-12	Lobino		N. Ligua,Num-12 Rep-44 20/12/85	Presupuesto	-	-	-	1	-	-	112,6		112
			D.G.A. Res.2161 FS-322 26/12/84	no hacen									
Lig-13	Pullally o Ilalolen		N. Ligua,Num-20 Rep-26 410/12/84	Presupuesto	-	-	-	1	-	-	859,95		860
			D.G.A. Res.22 FS-338 07/01/85	no hacen									
Lig-14	Comunero de Placilla		N. Ligua,Num-8 Rep-40 20/11/85.	Presupuesto	-	-	-	2	-	-	243,68		320
			D.G.A. Res.2205 FS-33	no hacen									
Lig-15	Las Salinas		N. Ligua,Num-18 Rep-50 20/11/85	Presupuesto	-	-	-	-	-	-	213,03		213
			D.G.A. Res.2000 FS-311	no hacen									
Lig-16	Bomba Maitenal.		N. Ligua,Num-10 Rep-42 20/11/85	Presupuesto	-	-	-	-	-	-	63,5		102
			Sumas o promedios		25	0	0	13	0	0	4154,36		4124

CUADRO 2.2.8

CANALES RIO LIGUA UBICADOS EN AFLUENTE ESTERO LOS ANGELES														
Nº			SITUACION		MOROSIDAD	CAP. ADMINISTRATIVA.					DERECHOS		HAS.	CAPACIDAD
Encuesta	CANAL	Toma	LEGAL	FINANCIERA	% 1993	S	C	CEL	ING.T.P.	Admi.	PERMANENTE	EVENTUALES	REGADAS	CANAL
				UF							Acciones	l/s		m3/s
Ange-1	Guayacan		De hecho	-	-	-	-	-	-	-	-			40
Ange-2	Toma del cerro.		De hecho	-	-	-	-	1	-	-	-			60
Ange-3	Del Bajo		De hecho	-	-	-	-	-	-	-	-			60
Ange-4	La Mora		De hecho	-	-	-	-	1	-	-	-			50
Ange-5	Culen		De hecho	-	-	-	-	1	-	-	-			40
Ange-6	Las Puertas		En trámite, ayudado por el S.A.G.	-	10	-	-	1	-	-	-			110
Ange-7	El Quemado		Not.Petorca E.P. 23/12/85	-	-	-	-	-	-	-	52			100
			Totales y Promedios	0,00	1,43			4						460
	SIMBOLOGIA	CEL: Celador	ING.T.P.:Ingeniero tiempo parcial.											
	C: Contador.	S: Secretari	ADMI. :Administrador.											

CUADRO 2.2.9

CANALES DEL ESTERO ALICAHUE AFLUENTE DEL RIO LIGUA													
Nº	SITUACION			MOROSIDAD	CAP. ADMINISTRATIVA.					DERECHOS		HAS.	CAPACIDAD
Encuesta	CANAL	Toma	LEGAL	FINANCIERA	% 1993	S	C	CEL	ING. T.P.	Admi.	PERMANENTE	EVENTUALES	REGADAS
				UF							Acciones	l/s	CANAL
													m3/s
Alic-1	Alicahue-La Vega		Not. Ligua , EP 11/ 08/81	-	30	-	-	-	-	-	2640	-	2722
			D.G.A. Ds 936 25709/81										
Alic-2	Toma Ño Polo		Not. ligua, Num-17 Rep-49 06/12/85	-	50	-	-	-	-	-	145	-	145
			D.G.A. Res 2162 Fs 325										
Alic-3	Toma El Sauce		Not. Ligua, Num-25 Rep-97	-	-	-	-	-	-	-	105	-	105
			D.G.A. Res 58 15/01/86										
Alic-4	El Maitenal		Not. Ligua, Num-26 Rep-105 27/12/85	-	-	-	-	-	-	-	57,5	-	38
			D.G.A. Res 0091 20/01/86										
Alic-5	Serrano		Not. ligua , EP 20/11/85	-	-	-	-	-	-	-	41,8	-	40
			D.G.A. Res 2206 31/12/85										
Alic-6	El Peumo o del Alto		De hecho	-	10	-	-	-	-	-		-	128
			En tramite en Quillota										
			Sumas y Promedios						0		2989,3		3178

CUADRO 2.2.10

CANALES RIO PETORCA (Entre desembocadura y junta con Estero Sobrante)														
Nº	SITUACION			MOROSIDAD		CAP. ADMINISTRATIVA.					DERECHOS		HAS.	CAPACIDAD
Encuesta	CANAL	Toma	LEGAL	FINANCIERA	% 1993	S	C	CEL	ING.T.P.	Admi.	PERMANENTE	EVENTUALES	REGADAS	CANAL
			UF								Acciones	l/s		m3/s
Peto-01	Junta de Los Rios		Not. Petorca Num-24 Rep-100 03/06/86. D.G.A. FS-380 25/04/86	-	-	-	-	-	-	-	32		20	
Peto-02	De Los Loros		Not. Petorca, Num-40 Rep 207 15/09/86. D.G.A. Res.715	-	-	-	-	-	-	-	49,8		50	
Peto-03	De La Vega o Los Comunes.		Not. Petorca, Num-25 Rep-101 03/06/86 D.G.A. Res. FS-374	-	-	-	-	-	-	-	101,15		100	
Peto-04	La Polcura		Num-19 Rep 50 20/03/86-Not. Petorca FS 358 12/03/86 Res-448	-	-	-	-	-	-	-	30,7		34,5	
Peto-05	Chimba Sur Oriente		Not. Petorca, Num-5 Rep 6 20/03/86 D.G.A. Res.362 12/03/86	-	-	-	-	-	-	-	168		15	
Peto-06	Chimba Norte		Not. Petorca, Num-6 Rep-102 03/07/86 D.G.A. Res.715 FS-383 25/04/86	-	-	-	-	1	-	-	88,53		85	
Peto-07	Chimba sur		Not. Petorca, Num-27 Rep 103 03/06/86 D.G.A. Res.715 FS-384 25/04/86	-	-	-	-	-	-	-	153,22		162	
Peto-08	Bellavista		Not. Petorca, Num-28 Rep-104 10/06/86 D.G.A. Res.715 FS-385 25/04/86	-	-	-	-	-	-	-	2,56		8	
Peto-09	Pozo y Boc. Los Ratones		Not. Petorca, Num-156 F-2 07/05/81	-	-	-	-	-	-	-	3		12	
Peto-10	Zapallar		Not. Petorca, Num-29 Rep 105 03/06/86. D.G.A. Res.715 FS-386 25/04/86	-	-	-	-	-	-	-	29,9		18,6	
Peto-11	Manuel Montt-Pedegua		De hecho	-	-	-	-	-	-	-			200	
Peto-12	Sta Julia o Canelilla.		Not. Petorca, Num-4 Rep 35 20/03/86. D.G.A. 53 12/03/86	-	-	-	-	1	-	-	100		440	
Peto-13	El Espino		Not. Petorca, Num-31 Rep 107 03/06/86. D.G.A. FS-388 25/04/86.	-	-	-	-	1	-	-	29,09		39,5	
Peto-14	El Frances		De hecho	-	-	-	-	-	-	-			40	
Peto-15	El Quiscal		Not. Petorca, Num-6 Rep-7 20/03/86. D.G.A. FS-355 12/03/86	-	-	-	-	-	-	-	144,45		150	
Peto-16	Santa Ana		Not. Petorca, Num-20 Rep-51 20/03/86. D.G.A. FS-359 12/03/86	-	-	-	-	-	-	-	72,22		100	
Peto-17	Barrancon		Not. Petorca, Num-7 Rep-38 20/03/86. D.G.A. FS-356 12/03/86	-	-	-	-	-	-	-	2,94		5	
Peto-18	Del Puente		Not. Petorca, Num-8 Rep-39 20/03/86. D.G.A. FS-357 12/03/86	-	-	-	-	-	-	-	58,7		40	
Peto-19	Marin		De hecho	-	-	-	-	-	-	-			45	
Peto-20	San Ramon		Not. Petorca, Num-2 Rep-52 20/03/86 D.G.A. FS-360 12/03/86	-	-	-	-	-	-	-	75		232	
Peto-21	El Nogal(Vert. y pozo)		D.G.A. Res 451 Fs-369	-	-	-	-	-	-	-	15,15		16	
Peto-22	Donosino		Not. Petorca, Num-32 Rep-108 03/06/86.	-	-	-	-	-	-	-	59,34		60	
Peto-23	Pichilemu		Not. Ligua, Num-52 Rep-358 20/11/86. D.G.A. Res.478 FS-372 19/03/86	-	-	-	-	-	-	-	121,68		80	
Peto-24	Canela o Lital		Not. Ligua, Num-58 Rep-571 20/11/85. D.G.A. Res.714 FS-378	-	-	-	-	1	-	-	280,46		267,4	
Peto-25	Las Cuadras o El Almendro		De hecho	-	-	-	-	-	-	-			14	

CUADRO 2.2.10

CANALES RIO PETORCA (Entre desembocadura y junta con Estero Sobrante)														
Nº			SITUACION	MOROSIDAD		CAP. ADMINISTRATIVA.					DERECHOS		HAS.	CAPACIDAD
Encuesta	CANAL	Toma	LEGAL	FINANCIERA	% 1993	S	C	CEL	ING.T.P.	Admi.	PERMANENTE	EVENTUALES	REGADAS	CANAL
				UF							Acciones	l/s		m3/s
Peto-26	La Engorda		Not. Ligua,EP 20/11/85. D.G.A. Res.714 FS-389 25/11/86.	-	-	-	-	-	-	-	324,85		450	
Peto-27	El Alamo		Not. Ligua,Num-44 Rep-297 07/11/85. D.G.A. FS-344 Res.57 15/01/86	-	-	-	-	-	-	-	25		40	
Peto-28	Pullancon		not. Ligua,Num-49 Rep-356 20/11/85. D.G.A. Res.478 FS-371	-	-	-	-	-	-	-	107,85		120	
Peto-29	Ramadilla		Not. Ligua,Num-43 Rep-296 07/11/85. D.G.A. Res.57 FS-345 15/01/86.	-	-	-	-	-	-	-	52		70	
Peto-30	Trapiche		Not. Ligua,Num-53 Rep-360 20/11/85. D.G.A. Res.478 FS-373 19/03/86	-	-	-	-	-	-	-	194,18		120	
Peto-31	Las Vegas o San Manuel		Not. Ligua,Num-51 Rep-357 20/11/85. D.G.A. Res.478 FS-374 20/03/86	-	-	-	-	-	-	-	147,4		150	
Peto-32	Las Arenas o El Guindo		Not. Ligua,Num-50 Rep-359 20/11/85. D.G.A. Res.478 FS-375.	-	-	-	-	-	-	-	268,1		260	
Peto-33	La Bomba		Not. Ligua,Num-42 Rep-295 07/11/85. D.G.A. Res.57 FS-342 16/01/86	Este canal no funciona hace 7 años. Esta aterrado.							20,4			
			SUMAS								2757,67		3444	

CUADRO 2.2.11

CANALES DEL ESTERO SOBRANTE AFLUENTE DEL RIO PETORCA														
Nº	SITUACION			MOROSIDAD	CAP. ADMINISTRATIVA					DERECHOS		HAS.	CAPACIDAD	
Encuesta	CANAL	Toma	LEGAL	FINANCIERA	% 1993	S	C	CEL	ING.T.P.	Admi.	PERMANENTE	EVENTUALES	REGADAS	CANAL
				UF							Acciones	l/s		m3/s
Sob-1	Toma Los Loros		De hecho	Paga Soc.Agr. y Gan. El Sobranta Ltda.	-	-	-	-	-	-	-		20	
Sob-2	Guayacan		Not.Petorca,Num-13 Rep-44 20/03/86 D.G.A. Res-450 Reg-365	Paga Soc.Agr. y Gan. El Sobranta Ltda.	-	-	-	-	-	-	39		200	
Sob-3	El Indio		De hecho	Paga Soc.Agr. y Gan. El Sobranta Ltda.	-	-	-	-	1	-	-		100	
Sob-4	Las Campanas		De hecho	Paga Soc.Agr. y Gan. El Sobranta Ltda.	-	-	-	-	1	-	-		250	
Sob-5	De La Laja		De hecho	Paga Soc.Agr. y Gan. El Sobranta Ltda.	-	-	-	-	-	-	-		40	
Sob-6	El Molino		De hecho	Paga Soc.Agr. y Gan. El Sobranta Ltda.	-	-	-	-	1	-	-		138	
Sob-7	De Los Hornos		De hecho	Paga Soc.Agr. y Gan. El Sobranta Ltda.	-	-	-	-	-	-	-		100	
Sob-8	Del Arroyo y La Turbina.		De hecho	Paga Soc.Agr. y Gan. El Sobranta Ltda.	-	-	-	-	1	-	-		117	
Sob-9	Vieira		Not.Petorca Num-14 Rep-15 20/03/86 D.G.A. Res. 450 Fs-366 12/03/86	Pagan Soc.El Sobrante Asoc. Chincolco 75%	-	-	-	-	-	-	83		105	
Sob-10	El Durazno.		De hecho	Pagan 2 Usuarios	-	-	-	-	-	-	-		15	
Sob-11	Valle de los Olmos		Not.Petorca Num-41 Rep-208 15/03/86 D.G.A. Res.1381 Fs-403 26/08/86	-	-	-	-	-	-	-	95,7		88,3	
Sob-12	Los Briones		De hecho	-	-	-	-	-	-	-	-		18	
Sob-13	Matriz Chincolco		De hecho	-	-	-	-	-	3	-	1218		900	
			Sumas y Promedios						7		1435,7		2091,3	

CUADRO 2.2.12

CANALES DEL ESTERO CHALACO AFLUENTE DEL RIO PETORCA														
Nº			SITUACION		MOROSIDAD	CAP. ADMINISTRATIVA.					DERECHOS		HAS.	CAPACIDAD
Encuesta	CANAL	Toma	LEGAL	FINANCIERA	% 1993	S	C	CEL	ING.T.P.	Admi.	PERMANENTE	EVENTUALES	REGADAS	CANAL
				UF							Acciones	l/s		m3/s
Chal-1	Hacienda Chalaco		Not. Petorca,Num-16 Rep-47	-	-	-	-	-	-	-	40	-	40	
			D.G.A. Res 362 Fs 449											
Chal-2	La Puntilla		Not. Petorca,Num-18 Rep-49	-	-	-	-	-	-	-	17,3		18	
			D.G.A. Res 449 Fs 364											
Chal-3	Potrero Seco		Not. Petorca,Num-37 Rep-169	-	-	-	-	-	-	-	38,8	-	14	
			D.G.A. Res 702 Fs 393											
Chal-4	La Chacra		Not. Petorca,Num-15 Rep-46	-	-	-	-	-	-	-	15,48	-	15	
			D.G.A. Res 449 Fs 361											
Chal-5	Calle Larga		Not. Petorca,Num-17 Rep-48	-	-	-	-	-	-	-	17,5	-	15	
			D.G.A. Res 449 Fs 362											
Chal-6	Los Comuneros de Chalaco.		Not. Petorca,Num-36 Rep-168	-	-	-	-	-	-	-	138,9	-	150	
			D.G.A. Res 102 Fs 304											
			Sumas y Promedios						0		267,98		252	

CUADRO 2.2.13

CANALES RIO PETORCA EN AFLUENTE ESTERO PEDERNAL														
Nº	SITUACION		MOROSIDAD		CAP. ADMINISTRATIVA					DERECHOS		HAS.	CAPACIDAD	
Encuesta	CANAL	Toma	LEGAL	FINANCIERA	% 1993	S	C	CEL	ING.T.P.	Admi.	PERMANENTE	EVENTUALES	REGADAS	CANAL
				UF							Acciones	l/s		m3/s
Pede-01	Trapiche o del Indio	De hecho	-	-	-	-	-	-	-	-			95	
Pede-02	Toma de la Vaca	De hecho	-	-	-	-	-	-	-	-			40	
Pede-03	Los Perales	De hecho	-	-	-	-	-	-	-	-			10	
Pede-04	4 Puertas o Damasco	De hecho	-	-	-	-	-	-	-	-			8	
Pede-05	Del Verde	De hecho	-	-	-	-	-	-	-	-			8	
Pede-06	Casas de la Tejada	De hecho	-	-	-	-	-	-	-	-			7	
Pede-07	El Arenal	De hecho	-	-	-	-	-	-	-	-			12	
Pede-08	Carmona	De hecho	-	-	-	-	-	-	-	-			3	
Pede-09	Maldonado	De hecho	-	-	-	-	-	-	-	-			2,5	
Pede-10	Toma Cortes	De hecho	-	-	-	-	-	-	-	-			1,5	
			Totales y Promedios										187,00	
	SIMBOLOGIA	CEL: Celador.	ING.T.P.:Ingeniero tiempo parcial.											
	C: Contador.	S: Secretaria.	ADMI: Administrador.											

3. ANALISIS AGRONOMICO FUTURO

3.1 CARACTERIZACION PRODUCTIVA Y ECONOMICA DE LA REGION

3.1.1 DESARROLLO AGROPECUARIO

3.1.1.1 Consideraciones Generales

Como consecuencia del proceso de desarrollo económico observado en la última década, queda claro para esta región (como para todo el país) que las posibilidades de crecimiento futuro están enmarcadas mayoritariamente en los potenciales que ofrecen los mercados de exportación. Es hacia ellos que debe dirigirse -como principal alternativa de crecimiento- las estrategias de desarrollo futuro, y, de esta forma lo están planteando las autoridades públicas del sector. El Ministro de Agricultura, en síntesis, ha planteado que la transformación de la agricultura chilena se fundamenta en el desarrollo de nuevos mercados y en el crecimiento de la competitividad interna para llegar a dichos mercados¹.

Es así como todo el desarrollo que pudiera plantearse a partir del mejoramiento del riego o del aumento de la superficie regada en el área de interés, debe necesariamente concentrarse en rubros para los cuales haya un mercado externo actual o potencial. Este es el caso específico del desarrollo de especies frutales subtropicales principalmente, o del mejor aprovechamiento para producción ganadera de extensas zonas de secanos de baja productividad actual, lo que aumentaría la competitividad de los predios actuales.

El análisis anterior lleva, por consiguiente, a que las modificaciones al uso del suelo que se plantean como posibilidades futuras, descarten el crecimiento de los cultivos anuales. Asimismo, se plantea como limitado el crecimiento de plantaciones frutales de hoja caduca cuyo potencial de crecimiento es bajo debido a los altos niveles ya alcanzados ante mercados externos cada vez mejor abastecidos de esta fruta, con excepción de los nogales para los cuales la comercialización es más simple.

Declaraciones del Ministro de Agricultura, Sr. Emiliano Ortega, en Revista del Campo No. 923 del 21 de Mayo de 1994.

3.1.2

3.1.1.2 Supuestos Metodológicos

Para el objetivo de describir un escenario potencial de producción futura en el área y en cada una de las zonas, se ha procedido a estimar las nuevas superficies posibles de incorporar a la producción intensiva, bajo el criterio general recién descrito, y utilizando los siguientes supuestos metodológicos;

a) Sectores bajo cota de canales actuales.

- La estructura productiva actual de las zonas actualmente regadas correspondientes al valle del río Aconcagua en aquellos sectores con mayor seguridad de riego actual (zonas 1 y 3) se mantendría sin alteración ya que en ambas la proporción de rubros intensivos (frutales, hortalizas) es bastante alta y no ofrecen grandes posibilidades para producción de rubros diferentes a los actuales.
- Para la estructura productiva en aquellas zonas de riego actual en las cuales se podría aumentar la seguridad de riego (Zonas 2, 4, 6 y 7) se ha estimado un reemplazo de cultivos anuales por cultivos más intensivos, hortícolas, lo que se sustentaría en la mayor seguridad de agua y en el creciente desplazamiento de los actuales cultivos de hortalizas (y flores) hacia sectores nuevos, con menor grado de contaminación fitopatológica debido a la alta repetición de cultivos. En dichas zonas, se ha estimado también un cambio de uso actual del suelo dedicado a praderas, con una intensificación del desarrollo de praderas de riego de mayor productividad en reemplazo de praderas con riego eventual.
- A lo anterior se agrega un importante aumento de superficie actualmente de secano -bajo cota- en los sectores costeros de las zonas 5, 6 y 7.

b) Sectores sobre cota de canal actual o de nuevo riego bajo cota.

- La estimación de nuevos suelos que se podrían incorporar en sectores actualmente fuera de las zonas de riego se ha basado en el criterio señalado en el capítulo referente a los suelos. Esto es, se ha realizado una estimación de un 30% de aquellas superficies que cumplen con la requisitos de estar ubicados hasta 100 metros sobre la cota de canal, que tienen una pendiente máxima de 35% y que corresponde a paños superiores a 50 hectáreas.
- A lo anterior se ha agregado todas aquellas áreas potencialmente regables determinada en el estudio de CICA y que se definieron como rinconadas, susceptibles de incorporar al regadío con sistemas mecánicos de elevación de agua.

3.1.3

Existe clara conciencia de que los criterios recién expuestos pueden ser algo arbitrarios ya que en la actualidad se puede apreciar la incorporación al riego de sectores que no cumplen los requisitos anteriores. Sin embargo, a juicio de los consultores, la estimación realizada puede constituir una adecuada aproximación para determinar el potencial productivo más importante que se podría esperar ante la mayor disponibilidad de agua.

3.1.1.3 Estimación de Superficies y Producción de Rubros en Situación Futura, por Zona de Planificación

El cuadro 3.1.1 refleja los principales cambios productivos esperados para la situación futura, resultantes de la aplicación de los criterios antes mencionados, en los sectores ubicados bajo cota de canal. En él se incluyen las áreas de nuevo riego en los sectores costeros.

Los grandes aumentos de superficie se han concentrado en sectores llamados de nuevo riego, sobre cota de canales, o, que en todo caso requerirían de riego mecánico para un adecuado aprovechamiento del agua.

El cuadro 3.1.2 resume la información relativa a nuevas superficies de riego que se estima, podrían incorporarse en sectores sobre cota de canal actual.

La estructura de la situación futura, no sólo implica cambios en las superficies de los diferentes rubros, sino también cambios en los rendimientos de algunos de ellos.

Los principales cambios en este sentido se deben a que la incorporación de áreas de nuevo riego sobre cota de canal, supone el uso obligado de sistema de riego tecnificado (goteo, microaspersión, etc.) lo que genera aumentos de productividad, tanto por la mayor eficiencia del riego, como por la facilidad de incorporar mayor tecnología en materias relativas a la nutrición de las plantas (fertilización). Un efecto adicional es la disminución en el lapso entre plantación y plena producción.

3.1.4

CUADRO 3.1.1

ESTIMACION DEL USO FUTURO DEL SUELO POR ZONAS (ÁREAS BAJO COTA DE CANAL)
(hectáreas)

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	TOTAL
CULTIVOS ANUALES								
Porotos	54	149	187	172	0	44	123	729
Maíz	643	342	773	271	0	193	110	2.332
Papas	302	303	433	491	28	777	408	2.742
Tabaco	161	66	403	68	0	0	36	734
Trigo	715	679	907	490	171	429	419	3.811
Otros (1)	298	0	0	0	176	0	5	479
SUBTOTAL CULTIVOS	2.173	1.539	2.703	1.492	375	1.443	1.102	10.827
FRUTALES								
Carozos (2)	2.814	735	697	166	0	83	2	4.498
Cítricos (3)	15	2	258	691	182	470	128	1.746
Pomáceas (4)	555	8	241	84	5	8	1	902
Nogales	837	406	63	80	0	160	121	1.666
Paltos	26	8	290	3.225	183	1.817	822	6.371
Uva de Mesa	9.543	438	1.541	149	0	53	6	11.730
Chirimoyos	0	0	0	540	7	283	44	874
Otros Frutales (5)	930	301	116	846	19	346	58	2.615
SUBTOTAL FRUTALES	14.720	1.899	3.206	5.780	396	3.220	1.181	30.402
HORTALIZAS								
Alcachofas				1.656	0	0	0	1.656
Ajos	75	27	370	1.119	0	0	0	1.591
Arvejas	62	107	0	183	0	193	247	792
Cebolla	430	0	724	1.521	47	0	0	2.722
Maíz dulce (y/o Choclero)	98	99	0	1.383	0	227	13	1.819
Porotos Verdes	67	0	0	0	21	338	241	667
Tomates	234	74	134	2.302	43	200	0	2.989
Flores	0	0	0	2.185	0	50	403	2.638
Hortalizas de invierno (6)	405	227	515	915	50	402	0	2.513
SUBTOTAL HORTALIZAS (7)	966	307	1.229	10.349	111	1.008	904	14.874
PRADERAS								
Artificiales/riego	3.197	1.630	4.306	9.452	1.445	2.795	1.906	24.731
Mejoradas/riego eventual	998	584	877	4.087	2.242	521	1.146	10.455
SUBTOTAL PRADERAS	4.195	2.214	5.183	13.539	3.687	3.316	3.052	35.186
TOTAL								
Superficie de riego neta (8)	22.459	6.186	12.836	32.075	4.619	9.388	6.239	91.289

FUENTE: Elaboración propia.

NOTAS: (1) Se incluyen cebada, maravilla, garbanzos y otras especies sin especificación.

(2) Se incluyen damascos, duraznos conserveros y de consumo fresco, nectarines, ciruelos europeos y japoneses.

(3) Se incluyen limones, naranjos, pomelos, mandarinos, limas y tangelos.

(4) Se incluyen manzanos verdes y rojos, peral asiático y común y membrillos.

(5) Se incluyen almendro, cerezo, kiwi, olivo, caqui, higuera, castaño, guindo agrio, lúcumo, guayabo, papayo, maracuyá, babaco, níspero, feijoa y viñas.

(6) Se incluyen zanahoria, repollo y lechuga.

(7) Subtotal Hortalizas, no contabiliza superficie de hortalizas de invierno ya que es suelo que se utiliza dos veces en el año.

(8) Considera suelo ocupado por hortalizas de invierno, ya que es una superficie real a regar.

3.1.5

CUADRO 3.1.2

ESTIMACION DEL USO FUTURO DEL SUELO POR ZONAS PARA EL AREA SOBRE COTA CANAL (hectáreas)

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	TOTAL
FRUTALES								
Carozos (2)	1.720	333	250	800	0	0	0	3.102
Cítricos (3)	0	0	200	1.100	300	260	400	2.260
Nogales	0	334	250	0	0	0	0	584
Paltos	0	0	200	2.000	200	1.000	900	4.300
Uva de Mesa	0	333	750	0	0	0	0	1.083
Chirimoyos	0	0	0	700	0	90	200	990
Otros Frutales (5)	0	0	50	300	0	60	300	710
SUBTOTAL FRUTALES	1.720	1.000	1.700	4.900	500	1.410	1.800	13.029
HORTALIZAS								
Tomates	80	0	0	0	50	20	150	300
Flores	0	0	0	0	50	20	50	120
SUBTOTAL HORTALIZAS	80	0	0	0	100	40	200	420
PRADERAS								
Artificiales/riego	0	0	0	0	0	280	0	280
SUBTOTAL PRADERAS	0	0	0	0	0	280	0	280
TOTAL								
Superficie de riego neta	1.800	1.000	1.700	4.900	600	1.730	2.000	13.729

FUENTE: Elaboración propia.

3.1.6

El Cuadro 3.1.3 resume los rendimientos esperados de las plantaciones en sectores con riego tecnificado.

CUADRO 3.1.3

**RENDIMIENTO MEDIO ESPERADO DE LAS PLANTACIONES
EN SECTORES SOBRE COTA PARA LAS ZONAS 6 Y 7
(Kg/ha)**

ESPECIE	ETAPAS DE PRODUCCION				RENDIMIENTO MEDIO
	Formación	Creciente	Plena	Decreciente	
Tomates Invernadero			100.000		100.000
Limoneros	0	33.940	65.000	45.500	49.428
Paltos	765	8.162	14.118	9.882	10.712
Chirimoyos	2.000	15.000	28.250	19.775	21.239

Los rendimientos medios del cuadro anterior se han obtenido a partir de los rendimientos esperados para cada año de la vida productiva de las especies consideradas.

3.1.1.4 Curvas de Desarrollo de Nuevos Cultivos o Plantaciones

El cambio productivo que puede generarse a partir de una mayor disponibilidad de agua ocurre a diferentes ritmos, en función del tipo de rubro a incorporarse y de factores socioeconómicos que afectan la capacidad de innovación de los productores. En efecto, la incorporación de nuevas plantaciones dependerá del nivel de capitalización de los actuales propietarios, de la rentabilidad esperada a las inversiones en dicho momento, del comportamiento global de la economía, los créditos disponibles, etc. La determinación de tasas de incorporación al regadío es, por consiguiente, de difícil estimación a priori, razón por la cual, esta puede ser una de las variables para sensibilizar la evaluación económica del proyecto.

3.1.7

En el estudio desarrollado por CIAPEP² y en base a un modelo matemático, se propuso para el Embalse Los Angeles las siguientes tasas de incorporación que se expresan en los siguientes porcentajes anuales:

Cultivos:	Año 1	=	40%
	Año 2	=	49%
	Año 3	=	11%
Frutales:	Año 1	=	40%
	Año 2	=	30%
	Año 3	=	19%
	Año 4	=	8%
	Año 5	=	3%

En el presente estudio se utilizarán estos porcentajes para la evaluación económica, sin perjuicio de poder sensibilizar los resultados asumiendo un ritmo de incorporación diferente.

²

Proyecto "Embalse Los Angeles". CIAPEP: Mideplan y Universidad Católica de Chile. Noviembre 1990.

3.1.2 INVERSION PREDIAL

Para la incorporación de áreas de secano al regadío se deben realizar obras de adecuación en los predios, los que involucran diferentes tipos de infraestructura para el aprovechamiento del agua a nivel predial.

En general, las obras de inversión intrapredial necesarias para incorporar el regadío serán variables de acuerdo a la situación actual de cada predio y de la infraestructura existente en ellos. Sin embargo, para los efectos de este estudio, es posible generalizar algunas estimaciones dado que se plantea fundamentalmente el desarrollo de nuevas plantaciones frutales con sistemas de riego tecnificado.

Los costos de habilitación de suelos varían dependiendo de las circunstancias específicas; ellas pueden incluir cierto nivel de destronque o limpieza, y algún grado de emparejamiento y/o subsoldadura; en otros casos, en condiciones de suelo como se observa en sectores del Valle del Río Petorca, puede incluir labores de construcción de camellones. Por otra parte, las diversas alternativas de equipos para bombeo y sistemas de distribución de riego por goteo, tienen valores unitarios variables dependientes de la superficie del paño a ser regada.

En base a consultas con productores locales y a las cifras entregadas por CIAPEP³ y por Corfo⁴ se ha estimado un valor medio de la inversión intrapredial equivalente a US\$2800 por hectárea.

³ Proyecto "Embalse Los Angeles": CIAPEP; Mideplan y Universidad Católica de Chile. Noviembre 1990.

⁴ "Análisis del Impacto Económico de Tecnología de Riego" Corfo, Universidad Católica de Chile. AA/88/3.

3.1.3 BENEFICIO NETO AGROPECUARIO

En base a todos los antecedentes y supuestos relativos a superficie, producciones márgenes y costos descritos en los puntos anteriores es posible estimar los excedentes económicos que se generarían en la situación futura "con riego".

Los cuadros siguientes, 3.1.4 y 3.1.5, presentan la valorización de los excedentes económicos que se han calculado para la nueva situación productiva, utilizando los mismos precios de productos e insumos considerados para la situación actual. En dichos cuadros se puede apreciar que los excedentes de la situación futura para cultivos anuales y praderas en las zonas 1 y 3 permanecen constantes, tal como se explicó en los supuestos metodológicos. Igual ocurre con la superficie de cultivos en la zona 7, para la cual se estima que no habría cambios mayores, ya que hay sectores de pequeña propiedad que tenderían a mantener la estructura de cultivos anuales.

CUADRO 3.1.4

**EXCEDENTE NETO TOTAL Y POR ZONA DE PLANIFICACION
PARA SITUACION FUTURA
(miles de \$ enero 1994)**

ZONA	CULTIVOS ANUALES	FRUTALES	HORTALIZAS	PRADERAS	TOTAL
1	442.840	10.462.223	1.193.831	341.565	12.440.459
2	121.656	1.595.162	197.606	179.537	2.093.960
3	270.871	2.773.402	668.092	426.716	4.139.080
4	267.079	8.369.944	14.794.846	1.090.963	24.522.832
5	24.727	508.377	449.651	282.223	1.264.977
6	275.766	4.216.002	812.531	296.924	5.601.223
7	164.682	3.000.964	1.861.900	243.000	5.270.546
TOTAL	1.567.620	30.926.073	19.978.456	2.860.927	55.333.077

CUADRO 3.1.5

**EXCEDENTE NETO TOTAL Y POR ZONA DE PLANIFICACION
PARA SITUACION FUTURA
(miles de US\$)**

ZONA	CULTIVOS ANUALES	FRUTALES	HORTALIZAS	PRADERAS	TOTAL
1	1.030	24.331	2.776	794	28.931
2	283	3.710	460	418	4.870
3	630	6.450	1.554	992	9.626
4	621	19.465	34.407	2.537	57.030
5	58	1.182	1.046	656	2.942
6	641	9.805	1.890	691	13.026
7	383	6.979	4.330	565	12.257
TOTAL	3.646	71.921	46.462	6.653	128.682

La comparación entre los excedentes en la situación actual y los excedentes en la situación futura permite visualizar el impacto del nuevo regadío en los beneficios del sector agropecuario. Ello constituye sólo una aproximación, ya que para efectos de calcular los beneficios reales es necesario considerar las inversiones y los flujos de retornos y costos en la situación con regadío.

El Cuadro 3.1.6 presenta, para fines ilustrativos, los excedentes estimados para el año estabilizado en ambas situaciones. Los excedentes reflejados en la situación futura corresponden a las superficies que se estimaron como incorporadas al riego de acuerdo a los criterios ya descritos.

CUADRO 3.1.6

**EXCEDENTES TOTALES AGROPECUARIO EN SITUACION
ACTUAL Y SITUACION FUTURA
(miles de US\$ dólares)**

ZONAS	EXCEDENTE NETO TOTAL SITUACION ACTUAL	EXCEDENTE NETO TOTAL SITUACION FUTURA
1	25.362	28.931
2	3.091	4.870
3	7.648	9.626
4	43.950	57.030
5	329	2.942
6	4.919	13.026
7	4.676	12.257
TOTAL	89.975	128.682

CUADRO 3.1.7

**EXCEDENTES TOTALES AGROPECUARIO EN SITUACION
ACTUAL Y SITUACION FUTURA
(miles de \$ enero 1994)**

ZONAS	EXCEDENTE NETO TOTAL SITUACION ACTUAL	EXCEDENTE NETO TOTAL SITUACION FUTURA
1	10.905.504	12.440.459
2	1.329.134	2.093.960
3	3.288.526	4.139.080
4	18.898.312	24.522.832
5	141.565	1.264.977
6	2.115.375	5.601.223
7	2.010.810	5.270.546
TOTAL	38.689.247	55.333.077

3.2.1

3.2 SECTORES DE NUEVO RIEGO Y DEMANDAS DE AGUA

3.2.1 SECTORES DE NUEVO RIEGO

De acuerdo a la descripción realizada en el capítulo anterior, los sectores de nuevo riego han sido determinados de acuerdo a los supuestos y restricciones ya especificados.

A modo de resumen se indican, por zona, las superficies posibles de nuevo riego y sus aptitudes agronómicas principales:

- a) Zona 1: Comuna de Los Andes, San Esteban, Calle Larga, Rinconada, San Felipe y Santa María.

La superficie bajo cota de canal está prácticamente toda utilizada y habría aproximadamente 2.400 hectáreas con aptitud frutal, potencialmente regables, ubicadas en rinconadas o sectores sobre cota de canal. De ellas se ha estimado un total de 1.820 hectáreas de nuevas plantaciones que incluyen sectores vecinos a la actual superficie de riego.

Para los efectos de estimación de los beneficios se ha considerado que esta superficie se destinaría principalmente a plantaciones de carozos (ciruelas, duraznos, nectarines, damascos) que representan la alternativa con mejores perspectivas económicas, considerando adicionalmente 80 hectáreas dedicadas a producción intensiva de hortalizas (tomates u otras).

- b) Zona 2: Comuna de Putaendo.

En los sectores actualmente regados, una mayor seguridad de riego podría provocar un importante desplazamiento parte de los cultivos anuales de baja rentabilidad, a cultivos hortícolas más intensivos y plantaciones frutales. (sustitución de 500 hectáreas).

Adicionalmente se estima una superficie de aproximadamente 1000 hectáreas de aptitud frutal ubicada en sectores sobre cota de canal, anexos a los actualmente regados y que podrían plantarse con especies de hoja caduca: carozos, nogales y uva de mesa.

La mayor seguridad de riego, en esta zona, generaría sin duda un proceso de consolidación de la propiedad de la tierra en unidades mayores a las actuales.

3.2.2

c) Zona 3: Comunas de Panquehue, Llay-Llay y Catemu.

No se vislumbra cambios en el uso actual de los suelos regados pero, en lo relativo a sectores de laderas, sobre cota de canal, se ha estimado un potencial de 1.700 hectáreas, que se consideran como plantables en la situación futura. Para ellas se ha estimado una importante superficie para parronales (que podría alternativamente ser uva vinífera) y el resto con carozos, cítricos y nogales, como especies representativas de las mejores alternativas económicas; se incluye además la posibilidad de sectores aptos para paltos.

d) Zona 4: Comunas de Quillota, La Cruz, Calera, Nogales, Hijuelas, Limache y Olmué.

Se ha considerado una superficie de 4.900 hectáreas potenciales para nuevo riego ubicadas sobre cota de canal, las que serían utilizables con plantaciones de paltos (2.000) chirimoyos y otras especies subtropicales (1.000), cítricos (1.100) y el resto con frutales de hoja caduca como diversas especies de carozos.

e) Zona 5: Comunas de Puchuncaví y Zapallar.

Para esta zona se estima la incorporación al riego de 3.350 hectáreas adicionales en sectores bajo cota de canal y 600 hectáreas en terrenos ubicados sobre cota. La superficie bajo cota, que dispondría de riego gravitacional se destinaría fundamentalmente a praderas de riego (que suplementan los secanos vecinos), cultivos de invierno y primavera y una pequeña superficie de frutales de hoja persistente y de hortalizas y flores.

La superficie sobre cota se ha evaluado en términos de nuevas plantaciones de cítricos (300 hectáreas), paltos (200) y producción de hortalizas y flores.

f) Zona 6: Comunas de Cabildo, Papudo y parte de La Ligua.

Ante una superficie actualmente plantada de 2.220 hectáreas, se plantea una plantación potencial de 1.410 hectáreas adicionales fundamentalmente con especies subtropicales (Paltos, cítricos, chirimoyos y otras) sobre cota y otras 1.000 hectáreas como cambio de uso de suelo.

g) Zona 7: Comunas de Petorca y Parte de La Ligua.

Además del cambio de uso planteado para aproximadamente 1.000 hectáreas de praderas que aumentarían su productividad (alfalfa), para esta zona se ha considerado la incorporación de 2.000 hectáreas adicionales con especies frutales (paltos, limoneros,

3.2.3

chirimoyos y otros) y hortalizas intensivas (tomates y flores). En el sector interior del valle se incorporarían 100 hectáreas con plantaciones de nogales.

3.2.2 DEMANDAS DE AGUA PARA EL RIEGO

La estimación de las demandas de riego para las diferentes especies cultivadas, en las diferentes zonas agroclimáticas, se realizó en base a la metodología desarrollada por FAO utilizando los modelos y programas computacionales desarrollados por esta institución.

Los cuadros 3.2.1, 3.2.2 y 3.2.3 indican las necesidades unitarias de agua de riego para cada rubro, en cada uno de los distritos agroclimáticos. La información se detalla en forma mensual y se expresa en metros cúbicos por hectárea.

Los cuadros 3.2.4 y 3.2.5 resumen los requerimientos mensuales totales para cada zona, en las situaciones actuales y futuras. En cada uno de los cuadros se indica, adicionalmente, el número de hectáreas consideradas en cada caso.

CUADRO 3.2.1

NECESIDADES DE AGUA A NIVEL RAIZ PARA DISTRITO AGROCLIMATICO INTERIOR
(m3/ha)

	Hort. Inv. (1)	Hort. Prim. (r. trad.) (2)	Hort. Prim. (r. tecn.) (2)	Frut. Caduca (r. trad.)	Frut. Caduca (r. tecn.)	Frut. Persist. (r. trad.)	Frut. Persist. (r. tecn.)	Uva de mesa (r. trad.)	Uva de mesa (r. tecn.)
Enero	0	1.599	1.599	1.734	1.734	1.091	1.091	1.091	1.091
Febrero	250	913	913	1.385	1.385	851	851	846	846
Marzo	477	0	0	951	951	576	576	510	510
Abril	601	0	0	528	528	338	338	168	168
Mayo	34	0	0	0	0	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Septiembre	0	43	43	377	377	282	282	195	195
Octubre	0	459	459	820	820	621	621	603	603
Noviembre	0	1.243	1.243	1.246	1.246	870	870	870	870
Diciembre	0	1.531	1.531	1.654	1.654	1.062	1.062	1.062	1.062
TOTAL	1.362	5.788	5.788	8.695	8.695	5.691	5.691	5.345	5.345

	Cult. Inv. (3)	Cult. Prim. (4)	Praderas Artif. (5)	Praderas Nat. (6)
Enero	0	1.645	1.279	1.391
Febrero	0	1.385	1.057	996
Marzo	0	927	765	601
Abril	0	446	294	243
Mayo	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	408	0	347	374
Octubre	911	199	729	823
Noviembre	1.328	553	1.002	1.134
Diciembre	1.465	1.082	1.219	1.375
TOTAL	4.112	6.237	6.692	6.937

- (1) Se considera lechuga
- (2) Se considera cebolla
- (3) Se considera trigo
- (4) Se considera maíz
- (5) Se considera alfalfa
- (6) Se considera pasto natural

CUADRO 3.2.2

NECESIDADES DE AGUA A NIVEL RAIZ PARA DISTRITO AGROCLIMATICO CENTRAL (m3/ha)

	Hort. Inv. (1)	Hort. Prim. (r. trad.) (2)	Hort. Prim. (r. tecn.) (2)	Frut. Caduca (r. trad.)	Frut. Caduca (r. tecn.)	Frut. Persist. (r. trad.)	Frut. Persist. (r. tecn.)	Uva de mesa (r. trad.)	Uva de mesa (r. tecn.)
Enero	0	1.682	1.682	1.892	1.892	1.193	1.193	1.193	1.193
Febrero	327	1.124	1.124	1.718	1.718	1.064	1.064	1.055	1.055
Marzo	697	0	0	1.380	1.380	841	841	746	746
Abril	786	0	0	704	704	473	473	228	228
Mayo	118	0	0	42	42	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	25	25	0	0	0	0
Septiembre	0	44	44	398	398	300	300	210	210
Octubre	0	608	608	884	884	672	672	653	653
Noviembre	0	1.385	1.385	1.385	1.385	969	969	959	959
Diciembre	0	1.681	1.681	1.815	1.815	1.167	1.167	1.167	1.167
TOTAL	1.928	6.524	6.524	10.243	10.243	6.679	6.679	6.211	6.211

	Cult. Inv. (3)	Cult. Prim. (4)	Praderas Artif. (5)	Praderas Nat. (6)
Enero	0	1.797	1.397	1.519
Febrero	0	1.718	1.317	1.238
Marzo	0	1.344	1.122	876
Abril	0	606	421	356
Mayo	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	17	0	9	12
Septiembre	429	0	367	395
Octubre	980	220	786	886
Noviembre	1.477	620	1.115	1.262
Diciembre	1.609	1.189	1.339	1.510
TOTAL	4.512	7.494	7.873	8.054

- (1) Se considera lechuga
- (2) Se considera cebolla
- (3) Se considera trigo
- (4) Se considera maíz
- (5) Se considera alfalfa
- (6) Se considera pasto natural

CUADRO 3.2.3

NECESIDADES DE AGUA A NIVEL RAIZ PARA DISTRITO AGROCLIMATICO LITORAL
(m3/ha)

	Hort. Inv. (1)	Hort. Prim. (r. trad.) (2)	Hort. Prim. (r. tecn.) (2)	Frut. Caduca (r. trad.)	Frut. Caduca (r. tecn.)	Frut. Persist. (r. trad.)	Frut. Persist. (r. tecn.)	Uva de mesa (r. trad.)	Uva de mesa (r. tecn.)
Enero	0	1.362	1.362	1.530	1.530	970	970	970	970
Febrero	237	826	826	1.241	1.241	780	780	775	775
Marzo	433	0	0	855	855	521	521	463	463
Abril	501	0	0	436	436	268	268	124	124
Mayo	90	0	0	23	23	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	19	19	0	0	0	0
Septiembre	0	27	31	329	329	240	240	157	157
Octubre	0	487	487	716	716	543	543	526	526
Noviembre	0	1.089	1.089	1.089	1.089	757	757	757	757
Diciembre	0	1.337	1.337	1.443	1.443	929	929	929	929
TOTAL	1.261	5.128	5.132	7.681	7.681	5.008	5.008	4.701	4.701

	Cult. Inv. (3)	Cult. Prim. (4)	Praderas Artif. (5)	Praderas Nat. (6)
Enero	381	1.453	1.134	1.232
Febrero	0	1.241	958	905
Marzo	0	833	688	544
Abril	0	364	230	196
Mayo	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	11	0	2	3
Septiembre	356	0	301	325
Octubre	793	176	635	717
Noviembre	1.160	478	873	990
Diciembre	1.279	946	1.064	1.200
TOTAL	3.980	5.491	5.885	6.112

- (1) Se considera lechuga
- (2) Se considera cebolla
- (3) Se considera trigo
- (4) Se considera maíz
- (5) Se considera alfalfa
- (6) Se considera pasto natural

3.2.7

CUADRO 3.2.4

DEFICIT DE RIEGO MENSUAL POR ZONA PARA SITUACION ACTUAL (m3 totales)

	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	ZONA 6	ZONA 7	TOTAL
ENE	30.148.969	8.263.828	17.413.146	42.988.080	1.495.139	8.977.946	6.890.501	116.177.609
FEB	26.894.743	7.449.682	15.288.444	29.765.986	1.094.992	6.657.307	4.924.488	92.075.641
MAR	19.962.593	5.788.551	10.972.075	13.619.728	629.086	4.306.587	2.921.086	58.199.707
ABR	8.334.780	2.630.231	4.859.054	6.601.804	234.320	1.872.783	1.209.884	25.742.855
MAY	231.769	73.320	102.786	37.327	115	0	0	445.318
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0
AGO	164.654	63.279	95.746	0	3.468	9.152	8.751	345.051
SEP	6.025.697	1.802.595	3.348.121	7.274.386	359.794	1.818.696	1.433.949	22.063.237
OCT	15.847.662	4.371.781	8.732.184	19.824.674	843.288	4.287.022	3.443.123	57.349.734
NOV	24.283.991	6.782.260	13.867.654	33.885.494	1.221.635	6.363.287	5.210.572	91.614.893
DIC	30.306.674	8.605.342	17.485.973	41.843.498	1.488.251	8.208.291	6.560.649	114.498.678
TOTAL	162.201.532	45.830.869	92.165.183	195.840.978	7.370.088	42.501.070	32.603.002	578.512.722

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 3.2.5

DEFICIT DE RIEGO MENSUAL POR ZONA PARA SITUACION FUTURA (m3 totales)

	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	ZONA 6	ZONA 7	TOTAL
ENE	33.475.676	9.774.182	19.543.185	48.056.677	5.733.502	11.842.712	8.998.784	137.424.718
FEB	29.978.238	8.946.660	17.572.170	34.696.891	4.335.738	9.513.225	7.029.693	112.072.615
MAR	22.458.594	7.072.825	13.089.224	17.705.512	2.704.012	6.141.339	4.287.544	73.459.051
ABR	9.577.848	3.279.593	5.723.773	8.678.167	1.048.027	2.919.389	1.944.386	33.171.183
MAY	303.996	115.703	123.766	37.327	4.615	20.216	8.398	614.021
JUN	0	0	0	0	0	0	0	0
JUL	0	0	0	0	0	0	0	0
AGO	206.143	78.636	102.208	0	13.528	7.712	7.251	415.478
SEP	6.699.566	2.107.277	3.782.489	8.551.738	1.508.731	2.449.141	1.885.752	26.984.693
OCT	17.366.274	5.093.371	9.763.879	22.420.793	3.395.555	5.898.611	4.605.719	68.544.201
NOV	26.702.698	7.924.575	15.417.889	37.663.472	4.807.105	9.020.258	7.089.126	108.625.123
DIC	33.476.418	10.075.816	19.447.631	46.519.239	5.815.764	11.413.178	8.891.545	135.639.591
TOTAL	180.245.453	54.468.638	104.566.214	224.329.817	29.366.576	59.225.782	44.748.197	696.950.676

FUENTE: Elaboración propia.

3.2.3 DEMANDAS DE AGUA PARA OTROS USOS

El Proyecto Aconcagua Va. Región incluye una evaluación de las demandas de agua distintas del riego, es decir, las demandas de agua potable, industrial, minero y de la hidroelectricidad.

Para los efectos de evaluar los tres tipos de demandas primeramente citadas, se las ha agrupado por Zonas de Planificación según las ha definido CICA. En la descripción que sigue de dichas zonas de Planificación se las asocia con las cuencas hidrográficas que maneja la DGA, de esta manera el lector puede contar con una referencia más precisa, al momento de asociar información proveniente de otras fuentes.

- Zona 1 Abarca la parte alta del valle del Aconcagua, hasta San Felipe. En la práctica esta zona corresponde a las subcuencas DGA 540 (alto Aconcagua) y en parte a la subcuenca 541. Esta última, con su punto de salida en Aconcagua en San Felipe, incluye también al río Putaendo
- Zona 2 Corresponde al valle del río Putaendo incluyendo el Estero Seco. Equivale al resto de la cuenca 541, como se deduce del punto anterior.
- Zona 3 Corresponde a la mayor parte de la Segunda Sección Legal del río Aconcagua.
- Zona 4 Corresponde al conjunto de la Tercera y Cuarta Sección Legal del río. Las zonas 3 y 4, en conjunto equivalen a la subcuenca 542, con su punto de entrada en Aconcagua en San Felipe y su punto de salida en el océano pacífico.
- Zona 5 Se refiere a los valles interfluviales entre los ríos Petorca y Aconcagua. Incluye los valles de los esteros Catapilco, Puchuncaví y Quinteros. Por su parte IPLA no considera este sector en su división por presentar demandas menores en relación con los sectores restantes.
- Zona 6 Corresponde al valle del río Ligua y sus afluentes. Para la DGA equivale a la subcuenca 520 cuyo punto de salida lo constituye la estación Alicahue en Colliguay que controla el aporte cordillerano al valle.
- Zona 7 Se refiere al valle del río Petorca y sus afluentes.

En el cuadro que sigue se resumen las demandas de agua potable, industrial y minero por Zonas de Planificación, según descritas anteriormente.

3.2.9

También se han localizado las demandas de hidroelectricidad, ya que por no ser de naturaleza consuntiva en el total de la cuenca, si suelen serlo en un tramo del cauce entre la toma y su retorno al río. En todo caso, las demandas se localizan en la parte alta del río Aconcagua, por sobre las bocatomas de los canales de riego.

En estas demandas se han incluido centrales en operación (Los Quilos, Sauce Los Andes y Aconcagua 1ª Etapa), en construcción (Aconcagua 2ª Etapa) y centrales futuras (Sin Nombre, Cóndores 1 y 2 y Chacabuquito).

Finalmente, cabe referir al lector a la Subetapa 3.2, Capítulo 3 "DEMANDAS DE AGUA PARA OTROS USOS", para una descripción más detallada de estas demandas.

CUADRO 3.2.6

PROYECTO ACONCAGUA. V REGION
DEMANDA DE AGUA PARA OTROS USOS
VALORES ADOPTADOS

l/s

(AGUA POTABLE, INDUSTRIAL Y MINERO)

ZONA	SUB CUENCA	ITEM	AÑO		
			1993	2000	2020
1	540 541	AP	313		600
		IND	327		605
		MIN	417		626
		TOTAL	1057		1831
2	541	AP	8	19	30
		IND	0	0	0
		MIN	5	5	8
		TOTAL	13	24	38
3	542	AP	10		17
		IND	26		48
		MIN	23		35
		TOTAL	59		100
4	542	AP	3024	4205	4575
		IND	1440	1750	2527
		MIN	130	130	195
		TOTAL	4594	6085	7297
5	-	AP	14	14	14
		IND	0	0	0
		MIN	0	0	0
		TOTAL	14	14	14
6	520	AP	145		197
		IND(1)	0	9	0
		MIN	145		224
		TOTAL	290	9	421
7	510 511	AP	11	15	31
		IND	0	0	0
		MIN	3	7	7
		TOTAL	14	22	38

(1) : Incluye demanda de la zona 7

4. BALANCE HIDRICO

4.1 OBJETIVOS DEL MODELO DE SIMULACIÓN OPERACIONAL

El modelo que se describe a continuación tiene por objetivos fundamentales los siguientes:

- Determinar la capacidad de las obras necesarias para el proyecto de regadío.
- Determinar la superficie potencialmente regable, con 85% de seguridad, tanto en la situación actual como para cada uno de los esquemas de desarrollo analizados.
- Determinar la capacidad de las obras adicionales que se necesitarían para reforzar, durante la vida útil del proyecto, el abastecimiento de las demandas crecientes de los otros sectores no agrícolas, especialmente del agua potable.

Para cumplir con estos objetivos, se ha desarrollado un Modelo de Simulación Operacional, MSO, que representa la realidad del área del estudio de una manera razonablemente fidedigna, en las siguientes dos situaciones:

- Situación actual: Sobre la base de la determinación de los recursos hídricos y de las demandas de agua en la situación sin proyecto, se establece un balance hídrico a nivel mensual entre dichas ofertas y demandas, para todo el período hidrológico considerado.
- Situación Futura: Conocidos los resultados de los balances hídricos en situación actual, se incorporan las obras que estén relacionadas con las siguientes alternativas:
 - Sistema embalse Puntilla del Viento.
 - Sistema embalse Los Angeles.
 - Sistema independiente Puntilla del Viento - Los Angeles.
 - Sistema interconectado Puntilla del Viento - Los Angeles.
 - Sistema con bombeo.

4.2 BASES CONCEPTUALES DEL MODELO DE SIMULACION OPERACIONAL

Con el fin de optimizar el aprovechamiento conjunto de los recursos hídricos de los valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca, tanto en la situación actual como en la futura, se ha desarrollado el modelo de simulación que se describe.

Este modelo se fundamenta en las relaciones físicas que ligán a los diferentes elementos del mismo, para establecer las demandas y las ofertas de agua que las satisfacen. El modelo determina los balances hídricos, obtenidos a través de ecuaciones de continuidad, en sus distintos elementos, vale decir, canales (existentes o proyectados, según se especifique en cada caso), embalses (proyectados solamente, ya que no se cuenta con embalses existentes), sectores de riego, etc.. Cabe señalar, como un hecho importante que compete a las ofertas de agua, que ellas provienen de las siguientes fuentes:

- De los recursos superficiales existentes en la entrada de los valles de Aconcagua, Putaendo, La Ligua y Petorca. Recursos que provienen de las precipitaciones, generalmente sólidas, de la alta cordillera. Este recurso asciende en promedio a unos 1.500 millones de m³ al año, de los cuales 1.420 millones de m³ pertenecen al río Aconcagua alto.
- De las precipitaciones que ocurren en las subcuencas de régimen pluvial, que se extienden hasta el mar desde aguas abajo de las estaciones de cabecera en los valles mencionados. En el caso de la cuenca del río Aconcagua, principal recurso de este tipo, se refiere a las precipitaciones que ocurren aguas abajo de Chacabucito y de Resguardo Los Patos. Con el objeto de dar un orden de magnitud de este recurso, puede considerarse la subcuenca hasta Romeral, (unos 2.150 km² con una precipitación promedio de 300 mm anuales), la que recibiría un volumen anual esperado de unos 650 millones de m³. Este volumen sería el principal recurso para la recarga de los acuíferos de este valle.
- Del agua subterránea embalsada en los acuíferos que se desarrollan en los valles, pero sólo aquella parte que se renueva anualmente. Este recurso se ha tratado en el nuevo modelo bajo una simplificación razonable, cual es, suponer disponible un cierto volumen anual que es, casi con certeza, renovado durante la temporada de invierno. En conformidad al estudio hidrogeológico, en esta renovación o recarga de los acuíferos tiene un rol importante el recurso de la lluvia descrita en el párrafo anterior. Además, se ha supuesto en la simulación la extracción de un volumen limitado por el lado de la seguridad, en el sentido de contar con el recurso año a año. El volumen de agua subterránea extraída anualmente se ha limitado a una cifra del orden de los 200 millones de m³.

4.2.2

En este aspecto se reconoce una diferencia metodológica con el modelo de CICA, el que simula en detalle la generación de los caudales de los acuíferos y cuencas laterales.

Con el fin de representar fielmente la realidad actual de las cuencas en estudio, se ha tenido en cuenta los aspectos legales relacionados con las secciones del río y los derechos de aprovechamientos de recursos que imperan en las zonas. Para este efecto se ha separado el área del estudio en zonas y sectores de riego, los cuales representan dicha realidad. No obstante lo anterior, el modelo permite simular posibles trasvases de agua entre las distintas cuencas para conseguir un mejor aprovechamiento futuro de los recursos existentes. Por zona se entiende aquí el concepto ya utilizado con anterioridad, es decir, las siete zonas de desarrollo definidas originalmente por CICA.

Respecto de lo anterior, debe hacerse notar que los trasvases ocurren en general hacia las cuencas que se encuentran al norte del río Aconcagua (Ligua y Petorca). Esto se debe a que por la magnitud de sus recursos, será este río el que normalmente abastezca el riego de los otros valles.

La topología del modelo se desarrolló teniendo como objetivo representar de la mejor manera posible las demandas, ofertas y excesos de agua para cada elemento del sistema en la situación actual. Una descripción detallada de ésta se entrega en la subetapa 4.1, capítulo 3.3.1. Por su parte, los algoritmos para calcular los balances hídricos de cada elemento son explicados en detalle en el capítulo 3.2.2 de la misma subetapa anterior.

Por último, el modelo ha sido capacitado para calcular los balances hídricos a nivel mensual, puesto que el diagnóstico para el que se desarrolló, perseguía analizar el comportamiento de proyectos de riego que evaluaran la capacidad potencial de la Región, utilizando recursos estacionales, como la regulación de los recursos de invierno.

4.3 SITUACION ACTUAL

Para el análisis de la situación actual se consideró la infraestructura existente en la zona de estudio. Como resultado de él se obtuvieron las superficies cuyas demandas actualmente pueden ser satisfechas con seguridad 85% en las diferentes zonas, las que se resumen en la tabla siguiente:

CUADRO 4.3.1
SUPERFICIE ACTUAL POR ZONA

ZONA	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE REGADA CON 85% SEGURIDAD	% DE LA SUP. REGADA CON 85% DE SEGURIDAD
	ha	ha	
1	22.459	21.198	94,4
2	6.186	2.399	38,8
3	12.838	12.168	94,9
4	32.940	17.329	52,6
6	8.437	1.463	17,3
7	6.100	1.332	21,8
TOTAL	88.960	55.906	62,8

Un análisis de esta tabla indica que hay una gran seguridad de riego en las zonas 1 y 3 y una mucho más reducida en el resto de las zonas, siendo muy críticas las situaciones de las zonas 6 y 7 (valles de los ríos Ligua y Petorca).

CUADRO 4.3.2

SITUACIÓN ACTUAL POR CUENCA

VALLE	SUPERFICIE TOTAL ha	SUPERFICIE REGADA CON 85 % DE SEGURIDAD ha	% DE LA SUP CON 85% DE SEGURIDAD
Aconcagua	74.423	53.112	71,4
Petorca	8.437	1.463	17,3
La Ligua	6.100	1.332	21,8

La primera conclusión es que en el río Aconcagua solo se riega el 70% de la superficie disponible con una seguridad de 85%. En otras palabras, se manifiesta un déficit del recurso, que se produce, por no disponer de una regulación al menos estacional del mismo.

Lo anterior se basa en que a pesar de existir un recurso de aguas superficiales no reguladas de aproximadamente 58 m³/s, el volumen correspondiente no es suficiente para cubrir la demanda potencial del valle Aconcagua, la que representa un consumo de aproximadamente 51 m³/s. Por esta razón se estimó conveniente implementar un modelo de simulación operacional para analizar diferentes proyectos de obras de regulación y trasvase que permitieran manejar el recurso de la forma más conveniente en orden a mejorar el riego en el río Aconcagua y eventualmente, si esto fuera posible, suplir los déficit que existen en las cuencas de la Ligua y Petorca. Dichos proyectos son los que se explican en el punto 4.4 que sigue.

4.4.1

4.4 SITUACION FUTURA

4.4.1 INTRODUCCION

En este capítulo se resume el comportamiento de los ocho proyectos de riego concebidos con el objeto de regar con seguridad 85% las aproximadamente 105.000 hectáreas de la V Región, que razonablemente se pueden involucrar en dichos proyectos.

Para tener presente cuales son las características de estos proyectos y comprender mejor los resultados que se exponen más adelante, a continuación se mencionan las ocho configuraciones de obras de que se trata:

- Proyecto 1: Embalse Puntilla del Viento con canal Jahuel
- Proyecto 2: Embalse Puntilla del Viento con canal El Paico
- Proyecto 3: Embalses Puntilla del Viento y Rocín
- Proyecto 4: Embalse Los Angeles
- Proyecto 5: Embalses Los Angeles y Rocín
- Proyecto 6: Embalses Puntilla del Viento y Los Angeles
- Proyecto 7: Embalses Puntilla del Viento, Los Angeles y Rocín
- Proyecto 8: Plantas de bombas solamente (sin embalses)

El canal El Paico se considera un canal matriz de riego cuando no se incluye en la respectiva configuración el embalse Los Angeles. En caso contrario, opera como canal alimentador del mismo embalse. En el primer caso, el canal conduce recursos durante la temporada de riego, y en el segundo, desvía hacia el embalse que alimenta recursos excedentes de invierno y de la temporada de riego.

Por su parte los embalses han sido considerados en las simulaciones de los proyectos con capacidades diferentes, a saber las siguientes:

Embalse Puntilla del Viento	:	155 y 180 Hm ³
Embalse Los Angeles	:	140, 190 y 260 Hm ³
Embalse Rocín	:	42 Hm ³

El comportamiento de los proyectos de riego antes referidos se estudia en un período hidrológico de 40 años, cuyos recursos hídricos fueron determinados en magnitud y distribución estacional, a nivel mensual, en la Etapa 1 del presente Estudio para la V Región.

4.4.2 DESCRIPCION DETALLADA DE LAS OPERACIONES ANALIZADAS

Las simulaciones de la operación de los distintos proyectos, que se detallan en este acápite se refieren a proyectos específicos de riego que contemplan conjuntos de obras destinadas a conducir, a extraer y a almacenar recursos. Dichas obras son: embalses, red de canales y plantas de bombeo.

PROYECTO 1: Embalse Puntilla del Viento (155 y 180 Hm³) con Canal Jahuel.

Este proyecto consulta regular en el embalse Puntilla del Viento los recursos del río Aconcagua disponibles en la estación de Chacabucuito. Se considera un trasvase desde este embalse hacia las zonas de los ríos La Ligua y Petorca (zonas 6 y 7) con el objeto de reducir el déficit de recursos que se presenta en ese sector. Dicho trasvase se realizaría con los canales Jahuel y Tártaro. Para suplir los déficit remanentes, se hace uso de los recursos subterráneos locales, de modo de lograr una seguridad de riego del 85% . El canal Jahuel permitiría además, la entrega de recursos provenientes del embalse Puntilla del Viento al valle del río Putaendo, si fuese necesario.

Los caudales a ser trasvasados desde el embalse Puntilla del Viento hacia las zonas 6 y 7 corresponden, en primera aproximación, a los excedentes de agua luego de haberse suplido las demandas de riego del valle Aconcagua. Una vez determinada esta primera aproximación del caudal de trasvase, se hizo operar el modelo para encontrar la distribución de caudales óptima, que es aquella que permite la mejor seguridad de riego en cada sector. La metodología utilizada correspondió a un procedimiento iterativo de prueba y error para todas las zonas, haciendo variar los porcentajes de repartición de caudal en cada nodo.

Un resultado importante de esta operación, fue comprobar que los volúmenes que deberían ser bombeados en las zonas 6 y 7, necesarios para obtener una seguridad de riego de 85%, eran superiores a lo que permiten sus acuíferos. Lo anterior indicó la necesidad de aumentar el caudal de trasvase desde la cuenca del Aconcagua a expensas de sus propios requerimientos. Esto último provoca un déficit de agua superficial en el valle del Aconcagua, que para suplirlo se debió explotar los propios recursos subterráneos de este valle.

De acuerdo al análisis realizado, se concluye que el sector S202 de la zona 2 puede abastecerse con recursos propios, los cuales son suficientes para obtener una seguridad de riego de 85% .

4.4.3

Por su parte, el sector S201 no podría regarse con una seguridad de 85% a menos que se regulen las aguas del río Putaendo. Al respecto se puede mencionar que los recursos provenientes del Embalse Puntilla del Viento apenas son suficientes para satisfacer las demandas de las zonas 6 y 7, en consecuencia, el canal Jahuel pasa por la zona 2 sin realizar ninguna entrega.

PROYECTO 2: Embalse Puntilla del Viento (155 y 180 Hm³) y Canal Paico.

Este proyecto es muy similar al anterior, diferenciándose sólo en el canal de trasvase utilizado. Este caso permite comparar los dos canales de trasvase proyectados.

Al igual que el caso anterior, se realizaron simulaciones con volúmenes de embalse de 180 y 155 millones de m³ para Puntilla del Viento, haciéndose uso de los recursos subterráneos para suplir los déficit remanentes y de esta forma obtener una seguridad de riego de 85%.

Inicialmente, los caudales posibles de ser captados por el canal de trasvase se limitaron de forma de dejar pasar los recursos necesarios para el riego del valle del río Aconcagua aguas abajo de la captación, pero al igual que en el caso anterior, se encontró la necesidad de aumentar dicho caudal de trasvase a expensas de los requerimientos propios del valle de Aconcagua. El déficit originado en este último se debió suplir con los recursos subterráneos propios del valle.

Una vez determinada la distribución óptima de caudales en los nodos, se fijaron las capacidades de conducción de los canales de trasvase y riego.

PROYECTO 3: Embalses Puntilla del Viento (155 y 180 Hm³) y Rocín con Canal Paico.

En este proyecto se puede apreciar que la única diferencia con el anterior es la inclusión del embalse Rocín, el cual permite regular los recursos del río Putaendo. El objetivo de este embalse es mejorar el riego en el valle del mismo nombre.

Para este proyecto se utilizaron los mismos parámetros que para el Proyecto 2, modificándose solamente los parámetros en la zona 2, debido a la inclusión del embalse Rocín. Esto último se realizó de modo de minimizar el bombeo. Para ello se efectuaron pasadas del modelo en forma iterativa con el objeto de determinar los porcentajes de distribución de caudales en los nodos que fueran los más convenientes.

4.4.4

Como resultado de esta operación, se comprobó que el sector alto del valle del Putaendo (S201) se riega con una seguridad de 85%, lo cual se debe a la existencia del embalse Rocín, pues este sector carece de recursos subterráneos propios. En el sector bajo del valle se hace necesaria la utilización de bombeo para obtener la seguridad de riego del 85% . Por último, se obtuvieron las capacidades necesarias de los canales de trasvase y para el riego impuesta por la seguridad que se quiere obtener.

PROYECTO 4: Embalse Los Angeles (140, 190 y 260 Hm³)

Este proyecto considera ocupar el embalse Los Angeles para regular los recursos de invierno de los ríos Aconcagua y Putaendo, más los aportes del estero Los Angeles. Para trasvasar los recursos de los ríos Aconcagua y Putaendo hacia este embalse se utiliza el canal El Paico. También es posible trasvasar los excedentes de recursos durante la temporada de riego, que se produzcan en el río Aconcagua, a causa de los deshielos. En este proyecto también se hace necesario utilizar los recursos subterráneos para suplir los déficit remanentes y de esta forma obtener la seguridad de riego de 85% .

Los excedentes posibles de ser captados por el canal Paico se determinan de la misma forma mencionada anteriormente, es decir, se captan los recursos que no se utilizan en el riego de las zonas 3 y 4. A diferencia con los proyectos anteriores, el canal Paico es utilizado como alimentador del embalse Los Angeles, y por tal motivo podría trasvasar recursos de invierno y sobrantes de primavera-verano.

El MSO se operó para encontrar la distribución óptima del recurso, ocupando los volúmenes de embalse antes mencionados.

La distribución de los recursos del embalse Los Angeles lleva a la conclusión que no es posible abastecer la zona baja del río Aconcagua con los recursos de este embalse, razón por la cual se descartó el canal Poniente. De manera que para suplir las demandas requeridas para el riego con 85% de seguridad se utilizó volumen de bombeo local. Esto pudo realizarse ya que dicho volumen de bombeo resultó menor que los volúmenes disponibles en los acuíferos.

Una vez determinada la distribución óptima de caudales en los nodos, se fijaron las capacidades de conducción de los canales de trasvase y riego.

PROYECTO 5: Embalses Los Angeles (140, 190 y 260 Hm³) y Rocín.

En este proyecto se puede apreciar que la única diferencia con el proyecto 4 anterior es la inclusión del embalse Rocín, el cual permite regular los recursos del río Putaendo.

Al igual que el caso anterior, se hace uso de los recursos subterráneos para suplir los déficit remanentes y de esta forma obtener una seguridad de riego de 85%.

El aprovechamiento de los recursos en la zona 2 es del todo similar al expuesto en el caso del PROYECTO 3; proyecto en que ya se determinaron los valores de los parámetros del MSO, que intervienen en esta zona. Para el resto de las zonas, se consideraron los valores de los parámetros determinados en el PROYECTO 4.

Al igual que en el PROYECTO 4, los recursos del embalse Los Angeles no permiten regar las zonas bajas del Aconcagua.

PROYECTO 6: Embalses Puntilla del Viento (155 y 180 Hm³) y Los Angeles (140 y 260 Hm³).

Este proyecto consulta regular en el embalse Puntilla del Viento los recursos del río Aconcagua en la zona de Chacabuquito y en el Embalse Los Angeles recibir los sobrantes de invierno del río Putaendo y los aportes del estero Los Angeles. Para trasvasar los recursos desde el valle del Aconcagua hacia el Embalse los Angeles se utiliza el canal Paico.

Los caudales posibles de ser captados por el canal Paico son los mismos determinados para el proyecto con el embalse Los Angeles (PROYECTO 4). Al igual que en el caso de los proyectos anteriores, se hace uso de los recursos subterráneos para suplir los déficit remanentes y de esta forma obtener la seguridad de riego de 85% .

Las distribuciones de los recursos en las zonas 6 y 7 son las mismas determinadas para el PROYECTO 4, mientras que para las zonas 1, 3 y 4, se debió realizar un proceso iterativo para encontrar la distribución óptima.

Con las distribuciones óptimas determinadas, se pasó el modelo para distintas combinaciones de volúmenes de embalse Puntilla del Viento-Los Angeles. Las combinaciones son las siguientes: 155-140, 180-140, 155-260 y 180-260 millones de m³. Por último, se determinaron las capacidades máximas de los canales.

4.4.6

PROYECTO 7: **Embalses Puntilla del Viento (155 y 180 Hm³), Los Angeles (140 y 260 Hm³) y Rocín.**

En este proyecto se aprecia que la única diferencia con el proyecto anterior es la inclusión del embalse Rocín, el cual permite regular los recursos del río Putaendo. Esto trae por consecuencia una disminución de los recursos regulados en el embalse Los Angeles. Al igual que en otros casos, se hace uso de los recursos subterráneos para suplir los déficit remanentes y de esta forma obtener la seguridad de riego de 85% .

Los valores de los parámetros del MSO, que se utilizan en la zona 2, son los mismos que se han determinado para el PROYECTO 3. Para el resto de las zonas se utilizan los determinados en el PROYECTO 6.

La combinación de volúmenes embalsados usada en el presente proyecto es la misma que la utilizada en el PROYECTO 6.

PROYECTO 8: Bombeo solo, sin Embalses.

Este proyecto considera, además de los recursos hídricos superficiales disponibles, la utilización de los recursos subterráneos y la capacidad de regulación natural de los diferentes acuíferos.

Los caudales necesarios para suplir el déficit en las cuencas de los ríos La Ligua y Petorca, se obtienen mediante el trasvase de recursos superficiales desde la cuenca del Aconcagua. Este trasvase se realiza a través del canal Paico. En el caso que este trasvase produjera un déficit en esta última cuenca, éste será resuelto mediante bombeo en las zonas 1, 3 y 4.

La metodología seguida para encontrar el menor bombeo posible, que permita obtener el 85% de seguridad en todos los sectores de riego, es la que se describe a continuación:

- Como primer paso, se itera en todas las zonas, de modo de obtener las mejores seguridades de riego posibles en cada sector, utilizando sólo los recursos superficiales propios de cada uno. En este punto se destaca el hecho que se cubrió de mejor forma, con el agua superficial disponible, las necesidades de aquellos sectores que no contaban con acuíferos posibles de ser explotados.
- En un segundo paso se incorpora el bombeo necesario, limitado a la capacidad del respectivo acuífero, para suplir el área deficitaria y lograr un 85% de seguridad de riego.

4.4.7

De los balances realizados en el capítulo 3 de la subetapa 4.2, se deduce que los recursos de las zonas 6 y 7 no son suficientes para suplir sus demandas, por lo que será necesario trasvasar agua superficial desde el río Aconcagua. La magnitud del trasvase corresponde a la suma de los requerimientos de los sectores de las zonas 6 y 7, al que se agrega un volumen adicional para cubrir las pérdidas en la conducción y en la distribución. Este último volumen se determinó por iteraciones sucesivas del modelo, hasta alcanzar las seguridades requeridas.

Es importante destacar que en el caso de llevar a la práctica alguno de los proyectos antes mencionados, debe considerarse que los titulares de los derechos de agua, de los sectores de riego que se ubican aguas abajo de las descargas de los canales de trasvase, deberían cumplir con un proceso de negociación para liberar derechos comprometidos, con el objeto que los sectores que se ubican aguas arriba puedan utilizar los recursos de una manera adaptada a las nuevas condiciones del riego. Los sectores de riego que se ubican aguas arriba de las descargas de los canales de trasvase son:

- S201 (Putando), aguas arriba descarga canal Jahuel.
- S601 (Ligua), aguas arriba descarga canales El Tártaro y El Paico.
- S701 y S702 (Petorca), aguas arriba descarga canal Norte.

El resto de los sectores de Ligua y Petorca se ubicarían por aguas abajo de los canales de trasvase, que serían los sectores afectos al proceso de liberación de derechos.

4.4.3 RESULTADOS

Los resultados más importantes obtenidos de la operación del modelo de simulación son:

- La superficie regada con 85% de seguridad
- Los volúmenes medios de bombeo
- La capacidad de los canales de trasvase (o alimentadores) y sus caudales mínimos (derechos eventuales).

La superficie regada en cada uno de los proyectos es de 105.000 has, con una seguridad de riego de 85%.

4.4.8

Los volúmenes bombeados, en los diferentes proyectos y para las distintas alternativas son los presentados en los cuadros siguientes.

Proyecto 1. Puntilla del Viento con Canal Jahuel

ALTERNATIVA	VOL. BOMBEADO [Mill. de m ³]
Puntilla del Viento de 180 Mm ³	139,9
Puntilla del Viento de 155 Mm ³	146,2

Proyecto 2. Puntilla del Viento con Canal Paico

ALTERNATIVA	VOL BOMBEADO [Mill. de m ³]
Puntilla del Viento de 180 Mm ³	155,7
Puntilla del Viento de 155 Mm ³	160,3

Proyecto 3. Puntilla del Viento y Rocín

ALTERNATIVA	VOL BOMBEADO [Mill. de m ³]
Puntilla del Viento de 180 Mm ³ Rocín de 42 Mm ³	127,7
Puntilla del Viento de 155 Mm ³ Rocín de 42 Mm ³	132,1

Proyecto 4. Los Angeles

ALTERNATIVA	VOL BOMBEADO [Mill. de m³]
Los Angeles de 260 Mm ³	119,7
Los Angeles de 190 Mm ³	121,9
Los Angeles de 140 Mm ³	129,7

Proyecto 5. Los Angeles y Rocín

ALTERNATIVA	VOL BOMBEADO [Mill. de m³]
Los Angeles de 260 Mm ³ Rocín de 42 Mm ³	91,7
Los Angeles de 190 Mm ³ Rocín de 42 Mm ³	93,0
Los Angeles de 140 Mm ³ Rocín de 42 Mm ³	101,7

Proyecto 6. Los Angeles y Puntilla del Viento

ALTERNATIVA	VOL BOMBEADO [Mill. de m³]
Los Angeles de 140 Mm ³ Puntilla del Viento de 180 Mm ³	96,9
Los Angeles de 140 Mm ³ Puntilla del Viento de 155 Mm ³	102,9

Proyecto 7. Los Angeles, Puntilla del Viento y Rocín

ALTERNATIVA	VOL BOMBEADO [Mill. de m³]
Los Angeles de 140 Mm³ Puntilla del Viento de 155 Mm³ Rocín 42 Mm³	76,2

Proyecto 8. Sin Regulación Superficial solo Bombeo

ALTERNATIVA	VOL BOMBEADO [Mill. de m³]
Solo Bombeo	196,0

Las capacidades de los canales de trasvase y de los canales alimentadores de cada proyecto se presentan en el siguiente cuadro.

CAPACIDADES DE LOS CANALES EN
[m³/s]

[illegible]

4.4.11

Los caudales mensuales mínimos que debe dejar pasar la bocatoma del canal Jahuel para el Proyecto 1, entre los meses de Septiembre a Abril, se indica en el siguiente cuadro:

CAUDALES MÍNIMOS CANAL JAHUEL, PROYECTO 1

MES	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
m ³ /s	2,32	14,02	19,07	28,26	36,76	31,76	31,13	5,69

Los caudales mínimos mensuales que debe dejar pasar la bocatoma del canal Paico, en los Proyectos 2, 3 y 8, entre los meses de Septiembre a Abril, se indica en el siguiente cuadro:

CAUDALES MÍNIMOS CANAL PAICO, PROYECTOS 2, 3 Y 8

MES	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
m ³ /s	0,23	0,60	1,00	1,20	6,70	4,70	1,15	0,35

Los caudales mensuales mínimos que debe dejar pasar el canal Paico para los Proyectos 4, 5, 6 y 7, entre los meses de Septiembre a Abril, se indica en el siguiente cuadro:

CAUDALES MÍNIMOS CANAL PAICO, PROYECTOS 4, 5, 6 Y 7

MES	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
m ³ /s	5,64	25,15	40,37	48,21	75,85	59,11	24,14	9,60

5. DISEÑOS PRELIMINARES

5.1 INTRODUCCION

La zona en estudio, presenta actualmente una superficie de riego neta de 86.722 ha, parte importante de la cual tiene una seguridad de riego baja, siendo especialmente críticas las situaciones en las zonas de planificación 2, 5, 6 y 7 donde hay sectores muy deficitarios (10, 14, 16, 17), los que comprometen del orden de 12.000 ha, es decir, aproximadamente un 40% de la superficie de riego actual.

Hoy en día, con la infraestructura de riego que se dispone, los derechos sobre el recurso agua se encuentran declarados agotados (desde hace más de un siglo) en todos los ríos del área del estudio. Sin embargo debe tenerse en cuenta que ninguno de los ríos posee obras de regulación o almacenamiento de aguas que eviten pérdidas del recurso en el mar durante los meses que no se requiere riego o cuando este excede el consumo normal (época de deshielos), como tampoco existe una explotación masiva de embalses subterráneos mayores que están presentes en el área del estudio.

Los volúmenes de agua que pueden obtenerse de una adecuada y moderada regulación de los ríos, como también los que pueden extraerse de los embalses subterráneos mayores, son suficientes para dejar la superficie actualmente regada con una seguridad adecuada (por ejemplo, 85%) e incorporar nuevas superficies al riego y además satisfacer otras demandas como son las derivadas del almacenamiento de agua potable y las del consumo industrial y minero, que se ven a futuro.

En lo que se refiere a nuevas áreas de riego y de acuerdo a lo que se señala en la Subetapa 3.1 del estudio, habrían 4.568 ha de terreno bajo canal (concentradas principalmente en las zonas 5 y 6) y 13.729 ha sobre cota de canal (éstas últimas presentes en todas las zonas y preferentemente en la zona 4) que podrían incorporarse al nuevo riego, de lo que se deduce que habrían del orden de 18.300 ha aptas agrícolamente para el regadío.

Los diseños preliminares de obras civiles efectuados con motivo de este estudio corresponden a las obras requeridas para asegurar el riego de los valles de Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca, y a las necesarias para incorporar nuevas áreas en estos mismos valles y en el secano costero que se desarrolla entre el estero Huaquén y Concón.

Con ellos fue posible estimar el costo de las obras, lo que es básico para evaluar posteriormente la factibilidad económica de cada uno de los proyectos y decidir así la conveniencia de

5.1.2

desarrollar a futuro anteproyectos de detalle y proyectos definitivos de la construcción de las obras, lo que es materia de otro estudio posterior.

En este capítulo se resumen los esquemas alternativos de obras básicas, la descripción de cada uno de los proyectos estudiados y el presupuesto y programa de obras de cada uno de ellos.

5.2.1

5.2 ESQUEMAS ALTERNATIVOS DE OBRAS BASICAS Y DISEÑO PRELIMINAR

5.2.1 GENERALIDADES

Se han estudiado, a nivel de diagnóstico, una serie de proyectos que permitirán regar con una seguridad 85% las superficies actuales y futuras bajo canal y también superficies sobre cota de canal, en los valles de Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca.

Las superficies consideradas a regar, que corresponden a un total del orden de 105.000 has., donde 18.300 aproximadamente serían de nuevo riego, se han obtenido de los estudios efectuados en la etapa 3 (Análisis Agronómico Futuro), y corresponden a las máximas en que cabe esperar un beneficio neto aceptable.

Como actualmente los recursos superficiales, los que no están regulados, están prácticamente agotados y sólo satisfacen a media las demandas de agua para el riego actual, los proyectos desarrollados han considerado la construcción de uno o más embalses de regulación anual, la explotación de acuíferos, la construcción de nuevos canales tanto de trasvases como de distribución y el mejoramiento, peralte y modificación de algunos canales existentes.

Considerando los términos de referencia del contrato y lo acordado con el mandante, se ha considerado el embalse Puntilla del Viento en el río Aconcagua, el embalse Los Angeles en el estero homónimo afluente del río Ligua y el embalse Rocín en el río Putaendo.

La capacidad de los embalses, que se ha determinado en la etapa de balance hídrico (etapa N°4), se ha definido de manera de minimizar el bombeo de los acuíferos, el que siempre será necesario para tener riego con seguridad de 85%, dado que uno o más embalses de regulación anual no alcanza a satisfacer las demandas de agua.

Todos los proyectos consideran trasvases importantes de agua de la cuenca del Aconcagua a los valles de los ríos Ligua y Petorca, dado que es la única manera de satisfacer las demandas actuales y futuras con un grado de seguridad adecuado.

Se ha considerado que la actual red de canales de distribución que existe en los diferentes valles es suficiente para satisfacer el riego de las superficies actuales y futuras, con modificaciones menores, salvo la situación de los sectores Catapilco, Quebradilla y Papudo que requieren de nuevas obras, dado que en esas zonas no existe una infraestructura de riego propiamente tal.

5.2.2

5.2.2 DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS.

Los proyectos estudiados corresponden a los mismos analizados en el balance hídrico y que se describen brevemente a continuación.

Proyecto 1 (Puntilla del Viento-Canal Jahuel)

Este proyecto considera la construcción del embalse Puntilla del Viento, el que se ha estudiado para embalsar 155 y 180 Hm³, a fin de regular los excedentes de invierno y primavera del río Aconcagua.

En él se contempla la construcción del canal Jahuel de 14 m³/s, que llevaría agua al valle del Putaendo, la mayor parte de las cuales seguirán por el canal El Tártaro y túnel Veta de Agua a la cuenca del estero Los Angeles, afluente del río Ligua. Del estero Los Angeles nacería el canal Norte que tendría una capacidad de 6,0 m³/s y que llevaría sus aguas al valle del río Petorca. En el río Ligua, inmediatamente aguas abajo de la ciudad de Cabildo, nacería el canal Cabildo, que tendría una capacidad 7,2 m³/s y que iría a regar las nuevas zonas de riego de Catapilco, Quebradilla y Papudo.

En la 4ª zona, se contempla un mejoramiento y ampliación significativa del canal Waddington, de manera de dejarlo con una capacidad de porteo de 5,5 m³/s. En la 2ª zona, que corresponde al valle del Putaendo, se contempla además la construcción de un canal nuevo que permitirá captar las aguas de los canales unificados en Resguardo Los Patos, reduciendo así significativamente las pérdidas de agua por infiltración que se producen actualmente en la primera parte del río. También se contempla un peralte de los canales unificados existentes a fin de darles la capacidad que requieren para satisfacer la demanda.

Para garantizar el riego con seguridad 85%, este proyecto exige recurrir a la explotación moderada de los diferentes acuíferos de las distintas zonas. En efecto el volumen de agua a extraer de todos los acuíferos, en un año medio, alcanzaría a:

VOLUMEN PRESA PUNTILLA DEL VIENTO Hm ³	VOLUMEN EXPLOTACION ACUIFEROS Hm ³
155	146,2
180	139,9

5.2.3

Proyecto 2 (Puntilla del Viento-Canal El Paico)

Este proyecto es similar al Proyecto 1 con excepción de la solución de trasvase de agua a la cuenca del Estero Los Angeles, que se hace a través del canal El Paico que tendría una capacidad de porteo de 12 m³/s, en lugar del canal Jahuel.

El volumen de agua a extraer de los acuíferos, en un año promedio, será:

VOLUMEN PRESA PUNTILLA DEL VIENTO Hm ³	VOLUMEN EXPLOTACION ACUIFEROS Hm ³
155	160,3
180	155,7

Proyecto 3 (Puntilla del Viento-Rocín)

Este proyecto es similar al Proyecto 2 con el agregado del embalse Rocín, que almacenaría 42 Hm³ de agua, y que abastecería al valle del Putaendo.

En el proyecto 3, el volumen de agua a extraer de los acuíferos, en un año promedio, será:

VOLUMEN PRESA PUNTILLA DEL VIENTO Hm ³	VOLUMEN EXPLOTACION ACUIFEROS Hm ³
155	132,1
180	127,7

Proyecto 4 (Los Angeles)

Este proyecto contempla la construcción del embalse Los Angeles, que se ha estudiado para embalsar 140, 190 y 260 Hm³ a fin de regular los excedentes de invierno y primavera del río Aconcagua.

Los trasvases de agua del río Aconcagua al embalse Los Angeles, se harían a través del canal El Paico, que tendría una capacidad de porteo de 20 m³/s.

5.2.4

Al igual que en los casos descritos anteriormente, este proyecto considera la construcción del canal Norte y el canal Cabildo, y el mejoramiento y ampliación del canal Waddington y de los canales del valle del Putaendo.

Al igual que en los proyectos anteriores, para garantizar el riego con seguridad 85%, es necesario recurrir a la explotación moderada de los acuíferos de las diferentes zonas. En efecto el volumen de agua a extraer de todos los acuíferos, en un año medio, alcanzaría a las siguientes cifras dependientes del volumen que embalse la presa Los Angeles.

VOLUMEN PRESA LOS ANGELES Hm ³	VOLUMEN EXPLOTACION ACUIFEROS Hm ³
140	129,7
190	121,9
260	119,7

Proyecto 5 (Los Angeles-Rocín)

Este proyecto es similar al 4 con el agregado del embalse Rocín, que almacenaría 42 Hm³ de agua que abastecería el valle del Putaendo.

Al igual que en los proyectos anteriores, para garantizar el riego con seguridad 85%, es necesario recurrir a la explotación moderada de los acuíferos de las diferentes zonas. En efecto el volumen de agua a extraer de todos los acuíferos, en un año medio, alcanzaría a las siguientes cifras dependientes del volumen que embalse la presa Los Angeles.

VOLUMEN PRESA LOS ANGELES Hm ³	VOLUMEN EXPLOTACION ACUIFEROS Hm ³
140	101,7
190	93,0
260	91,7

5.2.5

Proyecto 6 (Puntilla del Viento-Los Angeles)

Este proyecto considera la construcción del embalse Puntilla del Viento y del embalse Los Angeles a fin de regular los excedentes de invierno y primavera del río Aconcagua. En el caso del embalse Los Angeles, las aguas del río Aconcagua se trasvasarían a la cuenca del estero Los Angeles mediante el canal El Paico de 20 m³/s.

Al igual que en los proyectos anteriores, este proyecto considera la construcción del canal Norte y el canal Cabildo, y el mejoramiento y ampliación del canal Waddington y de los canales del valle del Putaendo.

Al igual que en los proyectos anteriores, para garantizar el riego con seguridad 85%, es necesario recurrir a la explotación moderada de los acuíferos de las diferentes zonas. En efecto el volumen de agua a extraer de todos los acuíferos, en un año medio, serán las siguientes según la alternativa de que se trate:

VOLUMEN PRESA P. DEL VIENTO Hm ³	VOLUMEN PRESA LOS ANGELES Hm ³	VOLUMEN EXPLOT. ACUIFEROS Hm ³
155	140	102,9
180	140	96,9

Proyecto 7 (Puntilla del Viento-Los Angeles-Rocín)

Este proyecto considera la construcción de 3 embalses: Puntilla del Viento de 155 Hm³, Los Angeles de 140 Hm³ y Rocín de 42 Hm³. Los dos primeros regularían los excedentes de invierno y primavera del río Aconcagua, de donde se trasvasarían a la cuenca de Los Angeles por medio del canal El Paico de 20 m³/s. Rocín por su parte se encargaría de abastecer el valle de Putaendo.

El volumen de bombeo complementario requerido por este proyecto es:

VOLUMEN P. DEL VIENTO Hm ³	VOLUMEN LOS ANGELES Hm ³	VOLUMEN ROCIN Hm ³	VOL. EXPLOT. ACUIFEROS Hm ³
155	140	42	76,2

5.2.6

Proyecto 8

Este proyecto contempla regar los valles con sus aguas superficiales sin regular y con un bombeo importante de sus acuíferos, los que en algunos casos son verdaderos embalses subterráneos. En éste se considera la construcción del canal El Paico con una capacidad de porteo de 12 m³/s y el resto de los canales de los otros proyectos.

El volumen de agua que deberá extraerse de todos los acuíferos, en un año medio, será:

VOLUMEN EMBALSES Hm ³	VOL. EXPLOT. ACUIFEROS Hm ³
--	196,0

5.2.3 DISEÑOS PRELIMINARES DE LAS OBRAS BASICAS

En este punto se entrega un breve resumen de los diseños preliminares de las obras básicas que se han preparado.

5.2.3.1 Embalse Puntilla del Viento

La información básica para la preparación de los diseños preliminares de las obras del embalse Puntilla del Viento, se ha obtenido del "Estudio de Factibilidad Física del Embalse Puntilla del Viento" que efectuara Electrowatt y Pal para la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas entre los años 1978 y 1983, complementado con información recogida del presente estudio.

Se dispone de una adecuada topografía tanto de la zona inundada como del área de la presa (planos 1:5.000 y 1:1.000 respectivamente). Los antecedentes geológico-geotécnicos están apoyados en una acabada campaña de terreno y en la información que entregaron múltiples sondajes, y perfiles sísmicos que se efectuaron en la campaña de exploración que realizó Electrowatt. La hidrología y sedimentología usada en el diseño preliminar de estas obras se ha obtenido de lo expuesto en la subetapa 1.3.2 de este estudio.

5.2.7

La presa del embalse Puntilla del Viento quedaría dispuesta en una garganta rocosa estrecha que presenta el río Aconcagua 1 km aguas arriba del antiguo puente Vizcacha. La roca se encuentra parcialmente alterada y fracturada hasta varias decenas de metros de profundidad y además, en su parte baja, está cubierta por rellenos fluviales de espesor reducido. La zona inundada queda confinada por roca fundamental, lo que garantiza la estanqueidad del embalse. En las áreas vecinas a la presa y especialmente dentro de la zona inundada, hay abundantes materiales para la ejecución de rellenos de buena calidad para una presa de material suelto. También a distancias moderadas es posible obtener materiales que sirvan para la preparación de áridos para hormigones.

La crecida milenaria del río Aconcagua en la zona de la presa alcanzaría a una cifra del orden de $1.200 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que la decamilenaria llegaría a $1.650 \text{ m}^3/\text{s}$. Las crecidas con períodos de retorno de 50 años y que se requieren para el diseño de las obras de desvío, alcanzarían a cifras de 312 y $375 \text{ m}^3/\text{s}$, según se trate de crecidas de invierno o crecidas de deshielo respectivamente.

De acuerdo a los estudios sedimentalógicos efectuados, al embalse llegarían anualmente como promedio 959.000 m^3 de sedimento, donde aproximadamente el 80% correspondería a sólidos en suspensión.

Apoyándose en los antecedentes recién descritos y considerando un embalse con un volumen total de almacenamiento igual a 155 Hm^3 , se procedió a seleccionar el tipo de muro, estudiando para ello los siguientes tipos de presa:

- Presa de tierra con núcleo central.
- Presa de tierra o enrocado con pantalla de hormigón.
- Presa gravitacional de hormigón rodillado.

En los tres tipos de presa se consideraron las mismas obras de desvío de construcción y entrega. A las dos primeras se les consideró un mismo vertedero o evacuador de crecida, excavado en la roca del empotramiento izquierdo, mientras que a la presa gravitacional se le supuso el vertedero ubicado sobre ella.

Evaluada económicamente los tres tipos de presa, se comprobó que la presa de relleno con pantalla de hormigón era de un costo significativamente más bajo que las otras, razón que llevó a adoptarla como solución.

Seleccionado el tipo de presa se procedió a diseñar preliminarmente soluciones de muro que permitieran almacenar 180 y 250 Hm^3 , además de la solución de 155 Hm^3 que ya se había desarrollado.

5.2.8

Los anteproyectos ejecutados consideran presas con las siguientes características comunes, independientes de su volumen de almacenamiento:

Ancho coronamiento	:	8 m
Inclinación Talud A. Arriba	:	1.5/1 (H/V)
Inclinación Talud A. Abajo	:	1.6/1 (H/V)
Revancha normal	:	6.0 m

El diseño de la pantalla de hormigón y del plinto se ha efectuado siguiendo criterios modernos de diseño, similares a los empleados en los diseños de la presa Sta. Juana actualmente en construcción en el valle del Huasco y la presa Puclaro en el valle del Elqui.

Para la construcción del muro de presa, se considera desviar el río por un túnel de desvío que se usará posteriormente para la entrega de aguas para el riego. El túnel, que se dispondrá en el empotramiento izquierdo de la presa, tendría una sección de 32 m² en el sector de aguas arriba y 70 m² en el de aguas abajo. Una vez terminada la construcción de la presa, se confeccionará un tapón de hormigón dentro del túnel y se habilitará una entrega de agua para riego de 70 m³/s de capacidad y un desagüe de fondo de 31 m³/s, que corresponde al gasto medio del río.

El vertedero de seguridad también se dispondrá en el estribo izquierdo, y sería de tipo lateral con cresta libre, el que a su vez descargaría sus aguas en un rápido de descarga de 25 m de ancho que termina en un salto de esquí, obra que permite evacuar la crecida milenaria en condiciones normales y la decamilenaria absorbiendo parte de su revancha.

El volumen total de rellenos a ejecutar en cada una de las presas estudiadas ha sido el siguiente:

VOLUMEN EMBALSE Hm ³	VOLUMEN TOTAL RELLENO m ³
155	4.344.015
180	4.721.008
250	6.126.296

Además del estudio de la presa misma, se efectuó un estudio de las interferencias que ésta producirá en obras que actualmente existen y están operando, usando para ello en gran medida la información

5.2.9

contenida en el estudio de factibilidad de Electrowatt. De esta forma se analizaron las siguientes obras para solucionar las respectivas interferencias.

- Reubicación del ferrocarril trasandino
- Reubicación del camino internacional
- Reubicación Central Los Quilos
- Reubicación Líneas de Alta Tensión
- Solución a interferencias de 2 canales de riego
- Solución a interferencias con obras de abastecimiento de agua potable Los Andes
- Solución a las interferencias con propietarios

Todas estas interferencias fueron estudiadas para diferentes capacidades de embalse. En el cuadro siguiente se entrega el costo que tendría la solución de cada una de las interferencias estudiadas para las alternativas de embalse en que fueron analizadas.

Vol. Total Embalsado	Hm ³	132,5	202,5	352,5	452,5
Ferrocarril	\$*10 ⁶	7.283,0	8.599,5	--	9.734,0
Camino Internacional	\$*10 ⁶	2.282,8	--	--	4.256,7
C. Los Quilos	\$*10 ⁶	0,0	8.660,4	11.466,9	12.140,9
Líneas A. Tensión	\$*10 ⁶	372,5	413,0	481,6	521,0
Canales de Riego	\$*10 ⁶	100,0	100,0	100,0	100,0
A. Potable Los Andes	\$*10 ⁶	20,0	20,0	20,0	20,0
Propiedades	\$*10 ⁶	721,6	886,3	918,7	925,2

En el caso del ferrocarril, del camino internacional y de las líneas de alta tensión, se ha considerado la reubicación de sus respectivas obras. Para la central los Quilos se ha considerado la

reubicación de su casa de máquinas y también se ha tenido en cuenta la pérdida de generación por la reducción de altura de caída que sufriría la central; en este caso debe tenerse en cuenta que el embalse Puntilla del Viento afectaría a la central sólo para capacidades superiores a 155 Hm³. Se considera una entrega especial para el canal Los Quilos, la que constaría de un túnel y una planta de bombeo, además el canal Vizcacha y la aducción de agua potable de los Andes se abastecerían directamente de la entrega del futuro embalse. Por último se considera la adquisición de todos las propiedades ubicadas en la zona inundada.

5.2.3.2 Embalse Los Angeles

La información básica para la preparación de los diseños preliminares de las obras del embalse Los Angeles, se ha obtenido del estudio "Proyecto Embalse Los Angeles y Túnel Veta de Agua, Primera Etapa-Factibilidad Física" preparado por la firma Guillermo Noguera y Asoc. Ingenieros Consultores Ltda., entre los años 1977 y 1979, complementados con información recogida del presente estudio.

Se dispone de una adecuada topografía tanto de la zona inundada como del área de la presa (planos:5.000 en la zona inundada y planos 1:2.000 y 1:500 en el área de la presa). Los antecedentes geológico-geotécnicos están apoyados en acabadas campañas de terreno y en la información que entregaron múltiples sondeos, pozos y perfiles sísmicos efectuados en la exploración realizada por Guillermo Noguera y Asoc. La hidrología y sedimentología usada en el diseño preliminar de estas obras se ha obtenido de lo expuesto en la subetapa 1.3.2 de este estudio.

La presa del embalse Los Angeles quedará fundada en una pseudogarganta que presenta el estero homónimo aproximadamente 1 km aguas abajo de su confluencia con el estero Guayacán. Esta pseudogarganta presenta un ancho basal de 500 m, su empotramiento derecho corresponde a una puntilla rocosa de fuerte pendiente, mientras que en el izquierdo la roca sólo aflora en la parte alta, quedando en su parte baja cubierta por suelos coluviales. En el valle mismo la roca está cubierta por un potente depósito fluvial que alcanza potencias máximas de 170 m., él que en sus 15 m. superiores es altamente permeable y bajo ese nivel presenta un porcentaje considerable de finos de carácter arcilloso que lo hacen bastante impermeable. La roca de los empotramientos se encuentra parcialmente fracturada en los primeros 20 a 30 m. de profundidad. La zona inundada queda confinada por roca fundamental, lo que garantiza su estanqueidad. En ella, hay abundantes materiales para la ejecución de rellenos de buena calidad para una presa de material suelto. También en la zona inundada se disponen materiales que sirven para la preparación de agregados para hormigones.

5.2.11

La crecida milenaria del estero Los Angeles en la zona de la presa alcanzaría a cifras del orden de $830 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras que la de la decamilenaria llegaría a cifras del orden de $1.080 \text{ m}^3/\text{s}$.

De acuerdo a los estudios sedimentalógicos efectuados, al embalse llegarían anualmente como promedio 44.100 m^3 de sedimento, donde aproximadamente el 80% correspondería a sólidos en suspensión.

Apoyándose en los antecedentes recién descritos y considerando un embalse con un volumen total de almacenamiento de 136 Hm^3 , se procedió a seleccionar el tipo de muro, estudiando para ello los siguientes tipos de presa:

- Presa de tierra con núcleo central y zanja
- Presa de tierra con núcleo central y pared moldeada
- Presa de tierra con pantalla de hormigón

Se descartó la solución de presa gravitacional de hormigón debido a que las condiciones de fundación la hacían impracticable desde el punto de vista técnico.

Para los tres tipos de presa se consideró el mismo evacuador de crecidas y el mismo túnel de desvío y entrega.

Evaluados económicamente los tres tipos de presa se comprobó que la presa de rellenos con pantalla de hormigón era la de menor costo, razón que llevó a adoptarla como solución.

Seleccionando el tipo de presa se procedió a diseñar preliminarmente soluciones de muro que permitieran almacenar 190 y 250 Hm^3 , además de la solución de 136 Hm^3 que ya se había desarrollado.

Los anteproyectos ejecutados consideran presas con las siguientes características comunes, independientes de su volumen de almacenamiento.

Ancho de coronamiento	:	8 m.
Inclinación Talud A. Arriba	:	1,5/1 (H/V)
Inclinación Talud A. Abajo	:	1,6/1 (H/V)

El diseño de la pantalla de hormigón y del plinto se ha efectuado siguiendo criterios modernos de diseño, similares a los empleados en los diseños de la presa Sta. Juana, actualmente en construcción en el valle del Huasco y la presa Puclaro en el valle del Elquí.

Para la construcción del muro de presa, que se hará por partes, se considera desviar el río por un túnel de desvío que se usará

posteriormente para la entrega de aguas de riego. El túnel, que se dispondrá en el empotramiento derecho de la presa, tendría una sección de 32 m² en el sector de aguas arriba y de 63 m² en el de aguas abajo. Una vez terminada la construcción de la presa, se confeccionará un tapón de hormigón dentro del túnel y se habilitará una entrega de agua para riego de 15 m³/s.

El vertedero de seguridad también se dispondrá en el estribo derecho y sería de tipo lateral con cresta libre, el que a su vez descargaría sus aguas en un rápido de descarga de 15, 12 y 10 m. de ancho para las soluciones de presa de 136, 190 y 250 Hm³ respectivamente, el que terminaría en un salto de esquí, obra que permite evacuar la crecida milenaria en condiciones normales y la decamilenaria absorbiendo parte de su revancha.

El volumen total de relleno a ejecutar en cada una de las presas estudiadas ha sido el siguiente:

VOLUMEN EMBALSADO Hm ³	VOLUMEN TOTAL RELLENOS Hm ³
136	3.695.238
190	4.723.949
250	6.025.060

Además del estudio de la presa misma, se efectuó un estudio de las interferencias que ésta producirá en obras que actualmente existen y están operando, usando para ello en gran medida la información contenida en el estudio de factibilidad de Guillermo Noguera y Asoc. En esta forma se analizaron los problemas derivados de la inundación de los caminos existentes, de las pertenencias mineras de una pista de aterrizaje, y de las propiedades e instalaciones, para las alternativas de embalse consideradas en el estudio de Guillermo Noguera y Asoc. que consideran embalses con volúmenes de almacenamiento que van desde 70 a 300 Hm³.

En el cuadro siguiente se entrega el costo que tendría la solución del problema de la interferencias, para las alternativas de embalse que se analizaron en el estudio de Guillermo Noguera y Asoc.

VOLUMEN EMBALSADO Hm ³	COSTO SOLUCION INTERF. \$ Enero 1994
70	1.492.136.154
120	1.673.511.025
200	1.886.632.155
300	2.045.849.825

5.2.3.3 Embalse Rocín

La información básica para la preparación de los diseños preliminares de las obras del embalse Rocín, se ha obtenido del "Estudio de Factibilidad-Riego del valle de Putaendo" preparado por Cedec el año 1991.

La información topográfica disponible proviene de las planchetas 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar y de un plano aerofotogramétrico escala 1:5.000 efectuado por Cedec sin apoyo terrestre.

La presa que almacenará 42 Hm³ de agua, se dispondrá en el río Rocín inmediatamente aguas abajo de su confluencia con el río Hidalgo, en una zona donde el valle presenta un ancho basal de 300 m. La roca aflora en ambos empotramientos que presentan paredes bastante abruptas, en el valle ésta estaría cubierta por un depósito fluvial de varias decenas de metros de espesor (40 o más metros), que se lo supone bastante permeable.

La existencia de abundantes materiales permeables para la ejecución de relleno y la probable ausencia de materiales para la ejecución de rellenos impermeables, ha llevado a adoptar y evaluar en definitiva la solución de presa de rellenos con pantalla de hormigón, tipo de presa que por lo demás ha mostrado ser la más económica tanto en el caso de la presa del embalse Puntilla del Viento como en el caso de la del embalse Los Angeles. La presa proyectada, presenta un ancho de coronamiento de 8 m, taludes con inclinación 1.5/1 (H/V) por aguas arriba y 1,6/1 (H/V) por aguas abajo y un volumen de relleno de 2.919.701 m³.

El evacuador de crecidas que se dispondría en el empotramiento derecho, se ha diseñado para evacuar la crecida milenaria que alcanzaría a 475 m³/s, y sería del tipo lateral con una cresta libre, el que a su vez descargaría sus aguas en un rápido de descarga de 10 m. de ancho, que termina en un salto de esquí.

Para la construcción del muro de presa, que se haría por partes, se considera desviar el río por un túnel de desvío que se usará posteriormente para la entrega de aguas para el riego. Este túnel se dispondría en el empotramiento derecho de la presa y tendría una

sección de 18 m² en el sector de aguas arriba y 23 m² en el sector de aguas abajo. Una vez completada la construcción de la presa se confeccionará un tapón de hormigón dentro del túnel y se habilitará una entrega de agua para riego de 7,5 m³/s.

5.2.3.4 Aducción Jahuel

La aducción Jahuel está formada por el canal Jahuel, el sifón Jahuel, el canal el Tártaro y el túnel Veta del Agua. Ella se ha diseñado para conducir un caudal de 14 m³/s.

El canal Jahuel tendría su bocatoma en el río Aconcagua inmediatamente aguas abajo de la entrega del embalse Puntilla del Viento, y después de un desarrollo de 65,98 km alcanzaría al sifón Jahuel en el río Putaendo. Sería completamente revestido en hormigón y tendría en su desarrollo 3 túneles denominados Jahuel I, II y III de 140, 3.610 y 1.620 m. de longitud respectivamente. La captación estaría a la cota 959,84, llegando finalmente al sifón Jahuel con la cota 925,07.

El sifón Jahuel que le permite cruzar a la aducción el río Putaendo a la altura de San José de Piguchén, tiene una longitud de 450 m. Al final de éste se inicia el canal El Tártaro.

El canal El Tártaro, que también sería revestido, tendría una longitud total de 6.85 km y terminaría en el túnel Veta del Agua. Este tramo de la aducción, se desarrollaría por los terrenos de faldeo de la localidad denominada Rinconada de Guzmán en el valle del Putaendo.

El túnel Veta del Agua, que permite salvar con la aducción el cordón de cerros que separa el valle del Putaendo con el valle del estero Los Angeles, tendría 5.860 m. de largo, terminando con su radier a la cota 904,28 y descargando sus aguas a la quebrada Honda, afluente al estero Los Angeles.

Los túneles Jahuel I, II y III como también el túnel Veta del Agua, serían túneles sin revestimiento pero con radier de hormigón.

5.2.3.5 Aducción El Paico

La aducción El Paico está formada por el canal El Paico y el túnel El Sauce. Se ha efectuado un diseño para la capacidad de porteo de 12 m³/s y otro para 20 m³/s.

Esta aducción se inicia con una bocatoma ubicada en el río Aconcagua, frente a la puntilla del cerro El Paico, 4 km aguas abajo de la confluencia con el río Putaendo, a la cota 555,00.

5.2.15

Luego viene el canal El Paico, que sería revestido integralmente con hormigón y que tendría 47,1 km de largo, su trazado sería en gran medida paralelo pero a mayor cota que el actual trazado del canal Catemu Alto.

El canal termina en el túnel El Sauce, que tiene 5,665 km de largo y que permite cruzar la cadena de cerros que separa el valle del Aconcagua del valle del estero Guayacán, afluentes del estero Los Angeles. La descarga del túnel quedaría a la cota de 530,50, que no difiere significativamente con la cota de fondo del estero Guayacán.

El túnel es sin revestir pero con radier de hormigón.

5.2.3.6 Aducción Norte

La aducción norte, que llevará aguas del estero Los Angeles al valle del río Petorca, tiene un largo total de 58,75 km, que se puede dividir en dos tramos, el primero de ellos de 44,35 km. de largo tendría una capacidad de porteo de 6 m³/s y el segundo de tan sólo 14,40 km de longitud llevaría 2,3 m³/s.

El primer tramo, nacería en una bocatoma que se ubicaría en la ribera norte del estero Los Angeles, inmediatamente aguas abajo de la entrega del embalse Los Angeles, a la cota 338,05. En el km 6,67 entra en el túnel La Posada, que tiene 1.050 km de largo y le permite pasar al valle del río Ligua. En el km 13,18 cruza el río Ligua mediante un sifón de 350 m de largo, para luego seguir hacia el poniente por la ladera norte del valle del río La Ligua, alcanzando el km 42,38 donde entra en el túnel La Grupa de 1,97 km de largo y que permite a la aducción salvar el cordón de cerros que separa a los valles de La Ligua y Petorca. Inmediatamente aguas abajo de la salida del Túnel La Grupa, se ha dispuesto una entrega lateral hacia una quebrada que descarga en el río Petorca próximo a la localidad del poblado Artificio.

El segundo tramo del canal se desarrolla desde el túnel La Grupa hacia el oriente por el flanco izquierdo del valle del río Petorca, alcanzando finalmente el cauce del río a la cota 322,07.

Tanto para el tramo 1 como para el tramo 2 del Canal Norte se considera la menor pendiente económica posible de manera de remontar el valle del río Petorca lo más arriba posible.

Los dos tramos de canal son sin revestir, al igual que los túneles lo que sólo tienen radier de hormigón.

5.2.3.7 Aducción Cabildo y Derivados.

La aducción Cabildo recoge las aguas trasvasadas desde el río Aconcagua, ya sea por la aducción Jahuel o por la aducción El Paico, en el río Ligua frente al poblado de Cabildo, y las conduce hacia el sector costero, distribuyéndolas mediante sus derivados, los canales Papudo, Ramal 1, 2 y 3, Quebradilla Oriente y Quebradilla Poniente.

El canal Cabildo propiamente tal, se divide en tres tramos de acuerdo a las entregas que realiza a los canales derivados. El primer tramo definido para una capacidad de $7,2 \text{ m}^3/\text{s}$, consiste en un canal revestido de hormigón de $21,9 \text{ km}$ de largo más un túnel de $2,05 \text{ km}$ (túnel El Carmen). Este tramo finaliza en el $\text{km } 23,95$ con la entrega al sifón Papudo.

El segundo tramo del canal Cabildo se diseñó para un caudal de $3 \text{ m}^3/\text{s}$ sin revestir y se desarrolla entre el $\text{km } 23,95$ y la entrega a los canales Quebradilla Oriente y Poniente en la quebrada Talanquén, $\text{km } 30,10$ del canal.

El tercer tramo y final se desarrolla desde el $\text{km } 30,10$ hasta el $\text{km } 64,00$ ubicado en la localidad de San Alfonso, 8 km al suroeste del pueblo de Catapilco. Este tramo sería sin revestir y tendría una capacidad de porteo de $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

El túnel El Carmen será sin revestir pero con radier de hormigón.

El canal Papudo se inicia en el sifón Papudo de 2.450 m de largo, que permite salvar el valle del estero Quebradilla. Este canal que se ha diseñado para $3,6 \text{ m}^3/\text{s}$, sería sin revestir, tendría $10,5 \text{ km}$ de largo y finalizaría en una trifurcación a partir de la cual nacen los canales Ramal 1, Ramal 2 y Ramal 3, cada uno de una capacidad igual a $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$, sin revestir y longitudes de $12,0 \text{ km}$, $9,0 \text{ km}$ y $10,5 \text{ km}$ respectivamente.

El Ramal 1 se inicia en la naciente de la Quebrada La Ceniza y se desarrolla por su ladera oriente. El Ramal 2 se desarrolla por la ladera poniente de los cerros que forman la quebrada recién nombrada, sigue luego el faldeo de los cerros que forman el cordón El Espinal y finalizan en las inmediaciones de la Quebrada El Pangue, $5,5 \text{ km}$ al nororiente del balneario de Papudo.

El Ramal 3 se desarrolla en dirección sur por el costado poniente de la planicie en la cual se emplaza el pueblo de Catapilco.

Los canales Quebradilla, que serían sin revestir, son alimentados por la descarga a la quebrada Talanquén que hace el canal Cabildo. Cada uno de ellos tiene una capacidad de porteo de $0,75 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.2.17

El canal Quebradilla Oriente capta las aguas directamente de la Quebrada Talauquén a la cota 82,5. Su longitud es de 9,5 km y se desarrolla por el faldeo de los cerros del flanco derecho del valle del Estero Quebradilla hasta las inmediaciones del aeródromo Diego Portales.

El canal Quebradilla Poniente capta las aguas de la entrega del embalse El Totoral a la cota 72,50, él que es alimentado con el recurso de este canal desde un afluente de la quebrada Talanquén. El canal se desarrolla por la ladera izquierda de los cerros que forman el valle del estero Quebradilla en su confluencia con el río Ligua.

5.2.3.8 Canales Putaendo

Para las nuevas obras de bocatoma y canales del valle del Putaendo, se han considerado los diseños efectuados por CEDEC en el "Estudio de Factibilidad Riego del Valle del Putaendo" del año 1991, en su alternativa A, dejando de lado todas las obras que dicen relación con el embalse Minilla.

Es decir se ha considerado una bocatoma tipo pata de cabra en Resguardo los Patos, lo que reducirá la infiltración en la parte alta del río, un canal de aducción de 5.15 km de largo por la margen derecha del valle con un par de túneles cortos, un dissipador de energía, que descarga en el canal unificado poniente que está en gran parte construida y que tiene 19,8 km de largo. En el km 5,65 del canal Unificado Poniente, se considera la entrega al canal unificado Oriente, el que se inicia con un sifón que cruza el río Putaendo, y tiene una longitud total de 15,35 km, donde los primeros 6,15 km serían de un canal nuevo, y el resto correspondería al canal existente que es de mampostería y que debe peraltarse.

5.2.3.9 Canal Waddington

Se considera aumentar la capacidad actual de porteo del canal Waddington que actualmente es de 2,5 m³/s, a 5,5 m³/s, nivelando su fondo mediante el retiro de sus embarques, perfilándolo y revistiéndole sus paredes y piso con hormigón.

El proyecto que fue desarrollado para el "Estudio Integral de los Valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca" por CICA, considera revestir este canal hasta el km 85, la reparación de la mesa y de las obras de arte, la modificación de los marcos y una entrega en el km 62 mediante un rápido de descarga al ramal 1 del canal Ovalle de 1,7 m³/s.

5.2.3.10 Drenaje

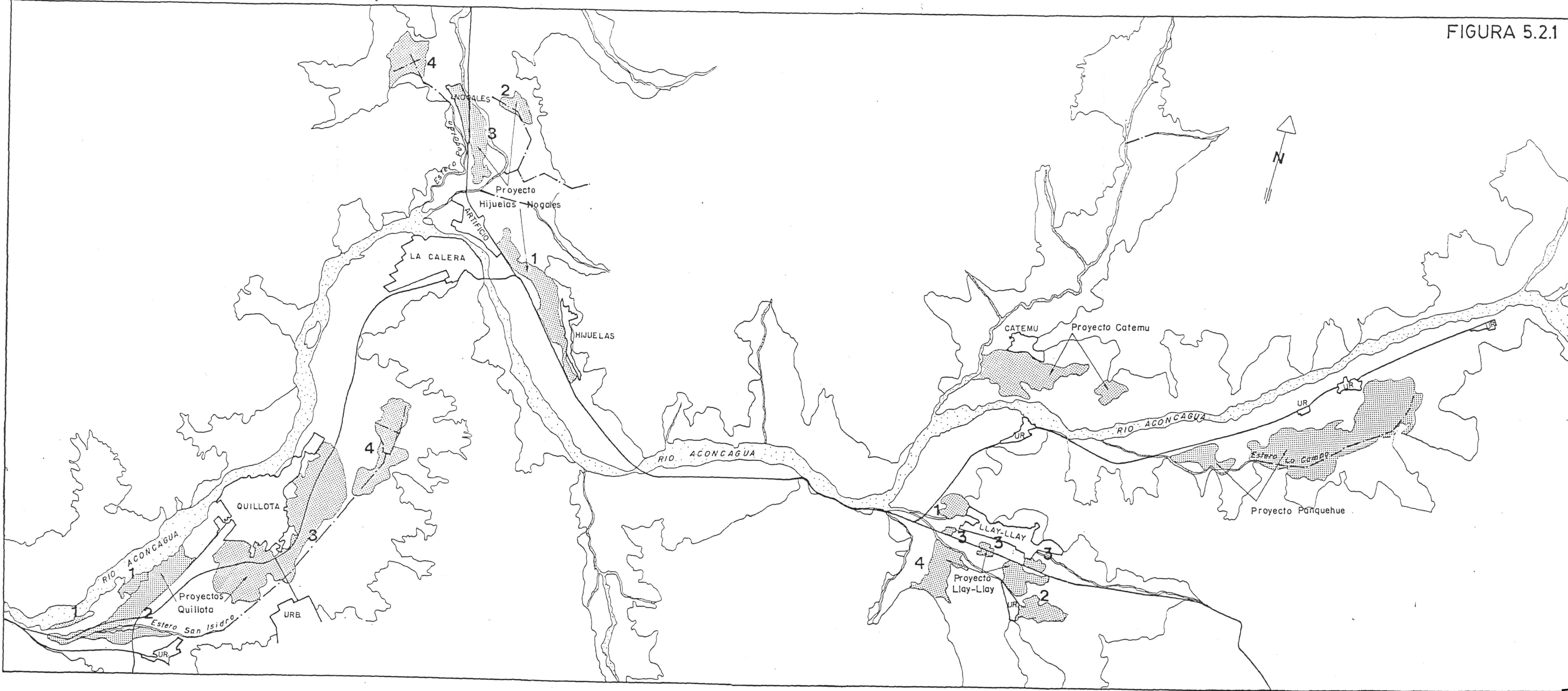
Sobre la base del "Estudio Integral de Riego en los valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca", del año 1982, se efectuó una síntesis de las zonas con problemas de drenaje y se actualizaron los costos asociados a su integración a actividades productivas.

Los 5 proyectos de drenaje identificados, cuya ejecución alcanza un grado de justificación aceptable, se localizan en el valle del río Aconcagua y corresponden a las áreas de Panquehue, Catemu, Llay-Llay, Hijuelas-Nogales y Quillota.

Los proyectos anteriores se dividen a su vez en subproyectos caracterizados por su ubicación y por su vía de drenaje principal. La ubicación de las áreas de los proyectos y subproyectos se puede apreciar en figura 5.2.1.

En el cuadro 5.2.1, se resumen los costos de inversión por hectárea determinados para los proyectos de drenaje, expresados en precios privados y sociales. Los costos de mantención anual son de segundo orden en importancia y alcanzan valores entre \$4.150 y \$22.360 por hectárea.

FIGURA 5.2.1



CUADRO 5.2.1

COSTOS DE INVERSION PROYECTOS DE DRENAJE
Precios en \$ de Enero 1994

ZONA	PROYECTOS Y SUBPROYECTOS	PROFUNDIDAD DREN ■	SUP. ha	COSTOS DE INVERSION POR HECTAREA	
				PRECIOS PRIVADOS	PRECIOS SOCIALES
3	AREA DE PANQUEHUE	1,5	664	588.123	568.764
	AREA DE CATEMU	1,5	342	634.614	613.675
	AREA DE LLAY-LLAY		414	2.005.401	1.941.027
	Subproyecto 1	1,5	54	2.701.296	2.614.481
	Subproyecto 2	1,5	189	2.534.894	2.453.757
	Subproyecto 3	1,5	45	2.543.889	2.462.444
	Subproyecto 4	1,5	126	720.603	697.087
4	AREA DE HIJUELAS-NOGALES		567	1.417.813	1.371.760
	Subproyecto 1	1,5	202	464.134	448.299
	Subproyecto 2	1,5	110	2.170.364	2.100.496
	Subproyecto 3	1,5	119	409.286	395.322
	Subproyecto 4	1,5	136	3.108.088	3.008.338
	AREA DE QUILLOTA		1.352	1.433.735	1.387.390
	Subproyecto 1	1,5	68	212.500	205.250
	Subproyecto 2	1,5	357	3.071.779	2.973.268
	Subproyecto 3	1,5	731	298.256	288.080
	Subproyecto 4	1,5	196	3.108.724	3.008.937

El cuadro anterior permite observar que los costos de drenaje fluctúan, a precios sociales, entre cifras del orden de \$200.000/ha y \$3.000.000/ha. Esto revela el interés que ofrece esta posibilidad, la que de materializarse en su totalidad permitiría el mejoramiento o reorientación del uso del suelo de una superficie del orden de unas 3.200 ha.

5.2.4 ZONAS COSTERAS

5.2.4.1 Situación Actual

La zona costera, definida como Zona 5 en el Modelo de Simulación Operacional (MSO), corresponde a los interfluvios ubicados entre las desembocaduras de los ríos Ligua y Aconcagua. Incluye los valles de los esteros Catapilco, Puchuncaví y Quintero, además del sector de riego ubicado al oriente de la localidad de Papudo. También debe considerarse en el presente análisis la cuenca del estero Huaquén, ubicada en las terrazas costeras al norte del río Petorca.

Como se sabe, los sectores nombrados anteriormente son áreas de secano, en los que la escorrentía natural de las pequeñas cuencas locales, en la época de riego, es despreciable debiendo contarse con aportes externos para el regadío.

Actualmente, en la Zona 5, las demandas de agua para riego son las correspondientes a 1.269 hectáreas. Dicha área de riego se divide en 404 hectáreas de la zona de Papudo y la parte alta del estero Catapilco y 865 hectáreas de la zona de Puchuncaví y Quintero.

Las ofertas de agua actuales para la zona 5 las constituyen principalmente los aportes de los esteros Catapilco y Quintero, los que son muy limitados, especialmente en los meses de riego.

Además, en el valle de Quintero aporta recursos el canal Mauco. Este corresponde a una aducción que nace en el río Aconcagua entre La Calera y Quillota, desarrollándose su trazado por el flanco derecho del valle hasta el cerro Mauco, punto donde sigue en dirección norte, hasta llegar aproximadamente al estero Mantagua, con una longitud de 67 kilómetros. Actualmente esta obra tiene una capacidad de 1,3 m³/s en bocatoma a pesar de haber sido diseñado y construido para conducir algo más de 2,0 m³/s. La capacidad actual del canal permitiría regar las 865 hectáreas de Quintero y Puchuncaví con un 85% de seguridad. Sin embargo, debido a que los derechos de este canal son eventuales, la posibilidad de riego de este es bastante baja, no regando más del 10% de los terrenos posibles de ser explotados actualmente.

5.2.4.2 Situación Futura

Además de las 1.269 ha de la Zona 5, actualmente en explotación, se prevé el posible desarrollo de 3.950 hectáreas de nuevo riego en el sector de Papudo y Catapilco, no existiendo nuevas hectáreas de riego en la zona de Puchuncaví y Quintero económicamente atractivas de ser explotadas.

En consecuencia, la zona de riego actual y futura, ubicada entre el río Ligua y el estero Catapilco se regaría con recursos provenientes de la zona 6 (valle del río Ligua), mientras que la ubicada al sur del estero Catapilco, hasta el valle del estero Quintero, se regaría con recursos provenientes de la zona 4 (zona baja del río Aconcagua).

5.2.4.3 Subsistemas de riego Incorporables al Sistema Aconcagua Operando con los Embalses Propuestos

a. Sector río La Ligua - Estero Catapilco

a.1 Aducción Canal Cabildo

Esta aducción permitiría abastecer con agua para riego las áreas de nuevo riego de Quebradilla, Papudo, Catapilco y Pataguas. La aducción se iniciaría con su bocatoma en la ribera sur del río Ligua, 2 kilómetros aguas abajo de la localidad de Cabildo, con una longitud total de 62 kilómetros aproximadamente.

El canal se desarrollaría en sus primeros 16 kilómetros por la ladera sur del valle del río Ligua, llegando así al valle de las Pataguas, donde tendría su primera entrega. Esta alimentaría con $0,30 \text{ m}^3/\text{s}$ una elevación de unos 55 m, para regar mediante un canal de 7 kilómetros aproximadamente la parte alta de Patagua. Cruzando la quebrada Patagua, habría una entrega de $0,20 \text{ m}^3/\text{s}$ para el riego de la parte baja de Patagua. El cruce de la cadena de cerros que separa al valle de las Pataguas del valle del estero Quebradilla, se haría mediante un túnel de aproximadamente 2 kilómetros de largo. Después del túnel y luego de un recorrido de algo más de 4 kilómetros en dirección sur, el canal descargaría las aguas para el canal Papudo. A continuación, luego de unos 4 kilómetros más y siguiendo la dirección sur por la ladera oriente de la quebrada del Talanquén, se realizaría la entrega de agua para el sector de Quebradilla. Desde esta última entrega hasta su fin, en el kilómetro 62, el canal entra en la zona de riego de Catapilco con entregas menores a diferentes quebradas durante su recorrido.

La aducción comenzaría en bocatoma con un caudal del orden de $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$, en Pataguas las entregas serían del orden de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, la entrega al canal Papudo sería del orden de $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$, posteriormente la entrega al estero Quebradilla sería del orden de $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$. En la zona de riego de Catapilco, el canal tendría a lo largo de su recorrido 5 entregas, con caudales entre $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$, llegando a su término en el kilómetro 62 con un caudal de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. En este sector no se contemplan canales matrices, sino que, canales menores que captan los recursos provenientes de las entregas indicadas para su distribución a nivel predial.

a.2 Canales Quebradilla

Para regar tierras nuevas a ambos lados del estero Quebradilla, se contempla la construcción de los canales Quebradilla Oriente y Quebradilla Poniente.

El canal Quebradilla Oriente que captaría las aguas que entrega el canal Cabildo en la quebrada de Talanquén, tendría una capacidad de alrededor de $0,80 \text{ m}^3/\text{s}$ y una longitud de algo más de 9 kilómetros, desarrollándose en dirección norte bordeando los cerros El Arrayán al oriente del camino que une la carretera Panamericana con la Ligua.

El canal Quebradilla Poniente que captaría sus recursos en el embalse de temporada existente El Totoral, tendría una capacidad de alrededor de $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$ y una longitud de algo más de 14 kilómetros, desarrollándose en dirección norte por la laderas de los cerros al poniente de la carretera Panamericana para terminar frente al cerro Traro.

a.3 Aducción Papudo

Esta aducción, que se derivaría del canal Cabildo, estaría destinada principalmente a regar tierras nuevas localizadas en el valle del estero Las Salinas y en el sector próximo a Papudo.

El canal captaría sus recursos, del orden de $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$, desde la entrega del canal Cabildo para cruzar el estero Quebradilla mediante un sifón de algo más de 2.500 metros de longitud. El canal continuaría en dirección poniente hasta un punto cercano a la localidad de Las Bandurrias, a unos dos kilómetros al norte del embalse de temporada El Tebal. En este punto el canal se divide en tres ramales; el ramal 1 abastece el sector oriente de la zona de riego de Papudo, el ramal 2 abastece el sector poniente, mientras que el ramal 3 va a regar zonas ubicadas en la ribera norte del estero Catapilco.

La longitud total de canal para esta aducción, es del orden de 30 kilómetros.

b. Sector Estero Catapilco - Río Aconcagua

Este sector se riega con la aducción existente Canal Mauco esta obra tiene una capacidad de $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ en bocatoma a pesar de haber sido diseñado y construido para conducir algo más de $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$. La superficie de riego servida en el presente por el canal Mauco alcanza a las 865 hectáreas, las que se pueden regar con 85% de

seguridad con la obra actual sin modificaciones; sólo hace falta proporcionar el recurso hídrico.

Dado que en el presente no resulta atractivo incorporar superficie de nuevo riego en la zona, su regadío se encontraría satisfecho con los recursos de 1,17 m³/s asignados por el MSO. Dichos recursos provendrían del río Aconcagua como por bombeo en algunos años deficitarios. Un esquema de este canal se muestra en la página siguiente.

En consecuencia, cabría agregar que la eventual ampliación de la bocatoma del canal Mauco a 2,0 m³/s junto al suministro de un recursos adicional permitiría mejorar o ampliar algo de regadío actual del sector, si la economía agraria futura mostrara pequeños sectores económicamente más atractivos que lo que hoy día son.

En el Estudio Integral de Riego de los valles Aconcagua, Ligua y Petorca, realizado por CICA en el año 1982, se considera la existencia de futuras áreas de riego en el sector de Puchuncaví de alrededor de 4.000 hectáreas. Para satisfacer esta nueva demanda CICA habría considerado la ampliación del canal Mauco hasta 5,0 m³/s en bocatoma y la extensión del mismo hasta la localidad de La Laguna. Sin embargo, en el presente estudio se considera que por ahora no era atractivo económicamente el realizar proyecto alguno para incorporar al riego este nuevo sector de 4.000 hectáreas, en beneficio de la incorporación al riego de mejores tierras dentro del área en estudio. La mencionada extensión del canal Mauco, alcanzaba a unos 60 km.

c. Sector Estero Huaquén

El mejoramiento del riego en este valle se estima que no ofrece un razonable atractivo económico, dado que no se dispone de recursos en las cuencas vecinas que se pudiesen trasvasar a la propia. En efecto, lo anterior implicaría la necesidad de traer recursos adicionales desde la cuenca del río Aconcagua hasta el Petorca, para desde ahí captarlos y conducirlos al valle del Huaquén mediante un canal que resulta de una longitud excesiva. Por otra parte, las condiciones climáticas (frecuentes heladas) son poco favorables a la agricultura.

La posibilidad que se ve, desde el punto de vista de buscar recursos hídricos sin entrar en aspectos económicos, sería habilitar un antiguo embalse que existía en la parte alta del valle. Dicho embalse se encuentra actualmente fuera de servicio debido al deterioro que han sufrido sus obras de presa y compuertas. Los recursos serían los propios de la cuenca alta del estero que escurren durante el invierno, de tal manera que se trataría de un pequeño embalse estacional.

5.3.1

5.3 PRESUPUESTO DE LAS OBRAS

Se prepararon presupuestos para las diferentes obras que constituyen los diferentes proyectos, utilizando un nivel de precio correspondiente al mes de Enero de 1994, considerando una tasa de cambio de \$430 por US\$. En estos presupuestos se han incluido además los costos de Ingeniería, Inspección y Administración, los que se han estimado en un 15% del costo directo de construcción. En los costos directos de construcción se han incluido los gastos de compra de terrenos, derechos, servidumbre, interferencias, obras civiles, equipos y sus respectivos montajes y los gastos generales y utilidades del Contratista.

Dado el carácter del estudio (estudio a nivel de diagnóstico), se ha considerado además un ítem de imprevistos de un 10% sobre la suma de los costos directos y los de ingeniería y administración.

Los presupuestos se han elaborado a precio de mercado y a precio social, siguiendo las pautas que establece Mideplan para ello. Lo anterior ha llevado a desglosar los precios en sus componentes de mano de obra directa, componente nacional, componente importado, gastos generales y utilidades.

En los cuadros siguientes 5.3.1 a 5.3.8 se entregan los presupuestos de los diferentes proyectos, desglosados de acuerdo a las diferentes obras que los constituyen. El detalle de estos presupuestos se incluye en el informe de la subetapa 5.3 del estudio.

CUADRO 5.3.1

PROYECTO 1 : Puntilla del Viento - Canal Jahuel
 PRESUPUESTO TOTAL
 Precios (\$ Enero 94)
 No incluye IVA

DESCRIPCION	V = 155 Hm3		V = 180 Hm3	
	COSTO SOCIAL (\$)	COSTO PRIVADO (\$)	COSTO SOCIAL (\$)	COSTO PRIVADO (\$)
I. OBRAS CIVILES				
1. Embalse Puntilla del Viento	18 100 768 628	18 682 942 771	19 722 624 745	20 346 351 228
2. Aducción Jahuel	13 638 542 119	14 263 293 359	13 638 542 119	14 263 293 359
3. Aducción Norte	4 486 177 651	4 670 059 370	4 486 177 651	4 670 059 370
4. Aducción Cabildo	3 381 235 269	3 528 261 957	3 381 235 269	3 528 261 957
5. Mejoramiento y ampliación canal Waddington	1 745 921 287	1 808 307 910	1 745 921 287	1 808 307 910
6. Construcción y peralte canales del Putaendo	1 394 479 018	1 506 478 334	1 394 479 018	1 506 478 334
7. Construcción, habilitación, equipos e instalaciones eléctricas para pozos	8 313 437 750	8 610 500 000	8 323 672 050	8 621 100 000
TOTAL OBRAS CIVILES	51 060 561 722	53 069 843 701	52 692 652 139	54 743 852 158
II. TERRENOS, DERECHOS, SERVIDUMBRE E INTERFERENCIAS	11 363 679 875	11 699 305 093	19 716 094 669	20 346 395 703
III. INGENIERIA, INSPECCION Y ADMINISTRACION	9 363 636 240	9 715 372 319	10 861 312 021	11 263 537 179
IV. IMPREVISTOS	7 178 787 784	7 448 452 111	8 327 005 883	8 635 378 504
TOTAL	78 966 665 620	81 932 973 224	91 597 064 712	94 989 163 544

CUADRO 5.3.2

PROYECTO 2 : Puntilla del Viento - Canal Paico
 PRESUPUESTO TOTAL
 Precios (\$ Enero 1994)
 No incluye IVA

DESCRIPCION	V = 155 Hm3		V = 180 Hm3	
	COSTO SOCIAL (\$)	COSTO PRIVADO (\$)	COSTO SOCIAL (\$)	COSTO PRIVADO (\$)
I. OBRAS CIVILES				
1. Embalse Puntilla del Viento	18 100 768 628	18 682 942 771	19 722 624 745	20 346 351 228
2. Aducción Paico (12 m3/s)	9 228 267 801	9 645 739 638	9 228 267 801	9 645 739 638
3. Aducción Norte	4 486 177 651	4 670 059 370	4 486 177 651	4 670 059 370
4. Aducción Cabildo	3 381 235 269	3 528 261 957	3 381 235 269	3 528 261 957
5. Mejoramiento y ampliación canal Waddington	1 745 921 287	1 808 307 910	1 745 921 287	1 808 307 910
6. Construcción y peralte canales del Putaendo	1 394 479 018	1 506 478 334	1 394 479 018	1 506 478 334
7. Construcción, habilitación, equipos e instalaciones eléctricas para pozos	7 986 084 975	8 271 450 000	7 716 662 200	7 992 400 000
TOTAL OBRAS CIVILES	46 322 934 629	48 113 239 980	47 675 367 971	49 497 598 437
II. TERRENOS, DERECHOS, SERVIDUMBRE E INTERFERENCIAS	11 345 203 208	11 680 828 426	19 697 618 002	20 327 919 036
III. INGENIERIA, INSPECCION Y ADMINISTRACION	8 650 220 676	8 969 110 261	10 105 947 896	10 473 827 621
IV. IMPREVISTOS	6 631 835 851	6 876 317 867	7 747 893 387	8 029 934 509
TOTAL	72 950 194 364	75 639 496 534	85 226 827 256	88 329 279 603

CUADRO 5.3.3

PROYECTO 3 : Puntilla del Viento - Rocín - Canal Paico

PRESUPUESTO TOTAL

Precios (\$ Enero 94)

No Incluye IVA

DESCRIPCION	V = 155 Hm3		V = 180 Hm3	
	COSTO SOCIAL (\$)	COSTO PRIVADO (\$)	COSTO SOCIAL (\$)	COSTO PRIVADO (\$)
I. OBRAS CIVILES				
1. Embalse Puntilla del Viento y Rocín	31 646 176 590	32 643 104 442	33 268 032 707	34 306 512 899
2. Aducción Paico (12 m3/s)	9 228 267 801	9 645 739 638	9 228 267 801	9 645 739 638
3. Aducción Norte	4 486 177 651	4 670 059 370	4 486 177 651	4 670 059 370
4. Aducción Cabildo	3 381 235 269	3 528 261 957	3 381 235 269	3 528 261 957
5. Mejoramiento y ampliación canal Waddington	1 745 921 287	1 808 307 910	1 745 921 287	1 808 307 910
6. Construcción y peralte canales del Putaendo	1 394 479 018	1 506 478 334	1 394 479 018	1 506 478 334
7. Construcción, habilitación, equipos e instalaciones eléctricas para pozos	6 809 768 050	7 053 100 000	6 837 091 700	7 081 400 000
TOTAL OBRAS CIVILES	58 692 025 666	60 855 051 651	60 341 205 433	62 546 760 108
II. TERRENOS, DERECHOS, SERVIDUMBRES E INTERFERENCIAS	11 345 203 208	11 680 828 426	19 697 618 002	20 327 919 036
III. INGENIERIA, INSPECCION Y ADMINISTRACION	10 505 584 331	10 880 382 012	12 005 823 515	12 431 201 872
IV. IMPREVISTOS	8 054 281 321	8 341 626 209	9 204 464 695	9 530 588 102
TOTAL	88 597 094 526	91 757 888 297	101 249 111 645	104 836 469 117

CUADRO 5.3.4

PROYECTO 4 : Los Angeles - Canal Paico
 PRESUPUESTO TOTAL
 Precios (\$ Enero 94)
 No incluye IVA

DESCRIPCION	V = 140 Hm3		V = 190 Hm3		V = 260 Hm3	
	COSTO SOCIAL (\$)	COSTO PRIVADO (\$)	COSTO SOCIAL (\$)	COSTO PRIVADO (\$)	COSTO SOCIAL (\$)	COSTO PRIVADO (\$)
I. OBRAS CIVILES						
1. Embalse Los Angeles	17 230 233 132	17 759 251 327	19 049 938 575	19 628 542 465	22 551 839 914	23 227 767 774
2. Aducción Paico (20 m3/s)	12 353 029 456	12 749 929 267	12 353 029 456	12 749 929 267	12 353 029 456	12 749 929 267
3. Aducción Norte	4 486 177 651	4 670 059 370	4 486 177 651	4 670 059 370	4 486 177 651	4 670 059 370
4. Aducción Cabildo	3 381 235 269	3 528 261 957	3 381 235 269	3 528 261 957	3 381 235 269	3 528 261 957
5. Mejoramiento y ampliación canal Waddington	1 745 921 287	1 808 307 910	1 745 921 287	1 808 307 910	1 745 921 287	1 808 307 910
6. Construcción y peralte canales del Putaendo	1 394 479 018	1 506 478 334	1 394 479 018	1 506 478 334	1 394 479 018	1 506 478 334
7. Construcción, habilitación, equipos e instalaciones eléctricas para pozos	11 192 703 575	11 592 650 000	10 848 454 550	11 236 100 000	10 703 146 800	11 085 600 000
TOTAL OBRAS CIVILES	51 783 779 388	53 614 938 165	53 259 235 806	55 127 679 303	56 615 829 395	58 576 404 612
II. TERRENOS, DERECHOS, SERVIDUMBRES E INTERFERENCIAS	1 728 234 387	1 768 850 076	1 872 019 776	1 914 364 535	2 026 320 977	2 070 876 658
III. INGENIERIA, INSPECCION Y ADMINISTRACION	8 026 802 066	8 307 568 236	8 269 688 337	8 556 306 576	8 796 322 556	9 097 092 190
IV. IMPREVISTOS	6 153 881 584	6 369 135 648	6 340 094 392	6 559 835 041	6 743 847 293	6 974 437 346
TOTAL	67 692 697 425	70 060 492 125	69 741 038 311	72 158 185 455	74 182 320 221	76 718 810 807

CUADRO 5.3.5

PROYECTO 5 : Los Angeles - Rocín - Canal Paico
 PRESUPUESTO TOTAL
 Precios (\$ Enero 94)
 No incluye IVA

DESCRIPCION	V = 140 Hm3		V = 190 Hm3		V = 260 Hm3	
	COSTO SOCIAL (\$)	COSTO PRIVADO (\$)	COSTO SOCIAL (\$)	COSTO PRIVADO (\$)	COSTO SOCIAL (\$)	COSTO PRIVADO (\$)
I. OBRAS CIVILES						
1. Embalse Los Angeles y Rocín	30 775 641 094	31 719 412 998	32 595 346 537	33 588 704 136	36 097 247 876	37 187 929 445
2. Aducción Paico (20 m3/s)	12 353 029 456	12 749 929 267	12 353 029 456	12 749 929 267	12 353 029 456	12 749 929 267
3. Aducción Norte	4 486 177 651	4 670 059 370	4 486 177 651	4 670 059 370	4 486 177 651	4 670 059 370
4. Aducción Cabildo	3 381 235 269	3 528 261 957	3 381 235 269	3 528 261 957	3 381 235 269	3 528 261 957
5. Mejoramiento y ampliación Canal Waddington	1 745 921 287	1 808 307 910	1 745 921 287	1 808 307 910	1 745 921 287	1 808 307 910
6. Construcción y peralte canales del Putaendo	1 394 479 018	1 506 478 334	1 394 479 018	1 506 478 334	1 394 479 018	1 506 478 334
7. Construcción, habilitación, equipos e instalaciones eléctricas para pozos	9 670 013 525	10 015 550 000	9 476 672 150	9 815 300 000	9 369 453 375	9 704 250 000
TOTAL OBRAS CIVILES	63 806 497 300	65 997 999 836	65 432 861 368	67 667 040 974	68 827 543 932	71 155 216 283
II. TERRENOS, DERECHOS, SERVIDUMBRES E INTERFERENCIAS	1 728 234 387	1 768 850 076	1 872 019 776	1 914 364 535	2 026 320 977	2 070 876 658
III. INGENIERIA, INSPECCION Y ADMINISTRACION	9 830 209 753	10 165 027 487	10 095 732 172	10 437 210 826	10 628 079 736	10 983 913 941
IV. IMPREVISTOS	7 536 494 144	7 793 187 740	7 740 061 332	8 001 861 634	8 148 194 465	8 421 000 688
TOTAL	82 901 435 584	85 725 065 139	85 140 674 647	88 020 477 969	89 630 139 110	92 631 007 570

CUADRO 5.3.6

PROYECTO 6 : Puntilla del Viento - Los Angeles - Canal Paico
 PRESUPUESTO TOTAL
 Precios (\$ Enero 94)
 No incluye IVA

DESCRIPCION	ALT(1) : PV(155)/LA(140)		ALT(2) : PV(180)/LA(140)	
	COSTO SOCIAL (\$)	COSTO PRIVADO (\$)	COSTO SOCIAL (\$)	COSTO PRIVADO (\$)
I. OBRAS CIVILES				
1. Embalse Los Angeles y Puntilla del Viento	35 331 001 760	36 442 194 098	36 952 857 877	38 105 602 555
2. Aducción Paico (20 m3/s)	12 353 029 456	12 749 929 267	12 353 029 456	12 749 929 267
3. Aducción Norte	4 486 177 651	4 670 059 370	4 486 177 651	4 670 059 370
4. Aducción Cabildo	3 381 235 269	3 528 261 957	3 381 235 269	3 528 261 957
5. Mejoramiento y ampliación canal Waddington	1 745 921 287	1 808 307 910	1 745 921 287	1 808 307 910
6. Construcción y peralte canales del Putaendo	1 394 479 018	1 506 478 334	1 394 479 018	1 506 478 334
7. Construcción, habilitación, equipos e instalaciones eléctricas para pozos	5 108 170 850	5 290 700 000	5 119 032 725	5 301 950 000
TOTAL OBRAS CIVILES	63 800 015 291	65 995 930 936	65 432 733 283	67 670 589 393
II. TERRENOS, DERECHOS, SERVIDUMBRE E INTERFERENCIAS	12 953 932 778	13 330 173 685	21 306 347 572	21 977 264 294
III. INGENIERIA, INSPECCION Y ADMINISTRACION	11 513 092 210	11 898 915 693	13 010 862 128	13 447 178 053
IV. IMPREVISTOS	8 826 704 028	9 122 502 031	9 974 994 298	10 309 503 174
TOTAL	97 093 744 307	100 347 522 346	109 724 937 282	113 404 534 914

5.3.7

CUADRO 5.3.7

PROYECTO 7 : Puntilla del Viento - Los Angeles - Rocín - Canal Paico
 PRESUPUESTO TOTAL
 Precios (\$ Enero 94)
 No incluye IVA

DESCRIPCION		ALT(1) : PV(155)/LA(140)	
		COSTO SOCIAL (\$)	COSTO PRIVADO (\$)
I.	OBRAS CIVILES		
1.	Embalse Los Angeles, Puntilla del Viento y Rocín	48 876 409 722	50 402 355 769
2.	Aducción Paico (20 m3/s)	12 353 029 456	12 749 929 267
3.	Aducción Norte	4 486 177 651	4 670 059 370
4.	Aducción Cabildo	3 381 235 269	3 528 261 957
5.	Mejoramiento y ampliación canal Waddington	1 745 921 287	1 808 307 910
6.	Construcción y peralte canales del Putaendo	1 394 479 018	1 506 478 334
7.	Construcción, habilitación, equipos e instalaciones eléctricas para pozos	4 029 224 600	4 173 200 000
	TOTAL OBRAS CIVILES	76 266 477 003	78 838 592 607
II.	TERRENOS, DERECHOS, SERVIDUMBRE E INTERFERENCIAS	12 953 932 778	13 330 173 685
III.	INGENIERIA, INSPECCION Y ADMINISTRACION	13 383 061 467	13 825 314 944
IV.	IMPREVISTOS	10 260 347 125	10 599 408 124
	TOTAL	112 863 818 373	116 593 489 359

CUADRO 5.3.8

PROYECTO 8 : Bombeo
 PRESUPUESTO TOTAL
 Precios (\$ Enero 94)
 No incluye IVA

DESCRIPCION	BOMBEO	
	COSTO SOCIAL (\$)	COSTO PRIVADO (\$)
I. OBRAS CIVILES		
1. Aducción Paico (12 m3/s)	9 228 267 801	9 645 739 638
2. Aducción Norte	4 486 177 651	4 670 059 370
3. Aducción Cabildo	3 381 235 269	3 528 261 957
4. Mejoramiento y ampliación canal Waddington	1 745 921 287	1 808 307 910
5. Construcción y peralte canales del Putaendo	1 394 479 018	1 506 478 334
6. Construcción, habilitación, equipos e instalaciones eléctricas para pozos	13 987 922 625	14 487 750 000
7. Campo de pozos de Curimón	2 595 746 750	2 688 500 000
TOTAL OBRAS CIVILES	36 819 750 401	38 335 097 209
II. TERRENOS, DERECHOS, SERVIDUMBRES E INTERFERENCIAS	119 504 817	119 504 817
III. INGENIERIA, INSPECCION Y ADMINISTRACION	5 540 888 283	5 768 190 304
IV. IMPREVISTOS	4 248 014 350	4 422 279 233
TOTAL	46 728 157 851	48 645 071 563

5.4 PROGRAMA DE LAS OBRAS

Se prepararon programas independientes para las obras de embalse y para las obras de las aducciones, indicando en éstas sólo los ítemes más importantes.

Apoyándose en estos programas independientes se elaboraron los programas de construcción de los ocho proyectos que se evaluaron, indicando para cada uno el plazo de ejecución de las obras que lo comprenden, embalses, aducciones, mejoramiento de canales, interferencias y pozos. Los plazos de ejecución de los proyectos quedaron definidos por los plazos de ejecución de los embalses, los que se han considerado que se ejecutan en el menor lapso posible.

Los programas de obras se han confeccionado teniendo presente rendimientos habituales usados en proyectos similares, los que están en conocimiento del Consultor.

Al final de este punto se entregan las cartas Gantt de los programas de obra de los ocho proyectos, en las que se incluyen además las inversiones anuales, privadas y sociales que requieren ser realizadas. El detalle de cada una de las obras que conforman el proyecto, se incluye en el informe de la subetapa 5.3 del estudio.

CUADRO 5.4.1

PROYECTO 1 (Puntilla del Viento , Canal Jahuel)
PROGRAMA DE OBRAS

PUNTILLA DEL VIENTO 155 Hm3		Año 1947	Año 1948	Año 1949	Año 1950
ITEM					
1 Embalse Puntilla del Viento					
2 Aducción Jahuel					
3 Aducción Norte					
4 Aducción Cabildo					
5 Canales Putaendo					
6 Mejor. Canal Waddington					
7 Interf.,Derechos,Servid.,Terrenos					
8 Pozos					
Inversión Privada \$	81.932.973.225	12.395.284.999	29.705.310.913	39.832.377.313	
Inversión Social \$	78.966.665.621	11.982.538.449	28.608.691.573	38.375.435.599	

PUNTILLA DEL VIENTO 180 Hm3		Año 1947	Año 1948	Año 1949	Año 1950
ITEM					
1 Embalse Puntilla del Viento					
2 Aducción Jahuel					
3 Aducción Norte					
4 Aducción Cabildo					
5 Canales Putaendo					
6 Mejor. Canal Waddington					
7 Interf.,Derechos,Servid.,Terrenos					
8 Pozos					
Inversión Privada \$	94.989.163.544	14.750.593.568	34.303.100.988	41.845.670.860	4.089.798.127
Inversión Social \$	91.597.064.712	14.271.030.380	33.064.364.115	40.318.718.760	3.942.951.457

CUADRO 5.4.2

PROYECTO 2 (Puntilla del Viento , Canal El Paico) PROGRAMA DE OBRAS

PUNTILLA DEL VIENTO 155 Hm3		Año 1947	Año 1948	Año 1949	Año 1950
ITEM					
1 Embalse Puntilla del Viento					
2 Aducción El Paico (12 m3/s)					
3 Aducción Norte					
4 Aducción Cabildo					
5 Canales Putaendo					
6 Mejor. Canal Waddington					
7 Interf.,Derechos,Servid.,Terrenos					
8 Pozos					
Inversión Privada \$	75.639.496.534	9.679.124.718	28.290.566.291	37.669.805.525	
Inversión Social \$	72.950.194.364	9.384.924.716	27.259.130.564	36.306.139.084	

PUNTILLA DEL VIENTO 180 Hm3		Año 1947	Año 1948	Año 1949	Año 1950
ITEM					
1 Embalse Puntilla del Viento					
2 Aducción El Paico (12 m3/s)					
3 Aducción Norte					
4 Aducción Cabildo					
5 Canales Putaendo					
6 Mejor. Canal Waddington					
7 Interf.,Derechos,Servid.,Terrenos					
8 Pozos					
Inversión Privada \$	88.329.279.603	12.939.820.048	32.276.198.528	39.316.691.822	3.796.569.205
Inversión Social \$	85.226.827.255	12.539.287.892	31.129.050.361	37.895.656.045	3.662.832.957

CUADRO 5.4.3

PROYECTO 3 (Puntilla del Viento , Rocin)
PROGRAMA DE OBRAS

PUNTILLA DEL VIENTO 155 Hm3					
	ITEM	Año 1947	Año 1948	Año 1949	Año 1950
1	Embalse Puntilla del Viento	=====	=====	=====	
2	Embalse Rocin	=====	=====	=====	
3	Aducción El Paico (12 m3/s)		=====	=====	
4	Aducción Norte		=====	=====	
5	Aducción Cabildo		=====	=====	
6	Canales Putaendo		=====	=====	
7	Mejor. Canal Waddington	=====	=====	=====	
8	Interf.,Servid.,Derechos,Terrenos	=====	=====	=====	
9	Pozos			=====	=====
	Inversión Privada \$91.757.888.298	14.977.006.072	35.354.408.096	41.426.474.129	
	Inversión Social \$88.597.094.526	14.525.407.038	34.113.106.992	39.958.580.496	

PUNTILLA DEL VIENTO 180 Hm3					
	ITEM	Año 1947	Año 1948	Año 1949	Año 1950
1	Embalse Puntilla del Viento	=====	=====	=====	
2	Embalse Rocin	=====	=====	=====	
3	Aducción El Paico (12 m3/s)		=====	=====	
4	Aducción Norte		=====	=====	
5	Aducción Cabildo		=====	=====	
6	Canales Putaendo		=====	=====	
7	Mejor. Canal Waddington	=====	=====	=====	
8	Interf.,Servid.,Derechos,Terrenos	=====	=====	=====	
9	Pozos			=====	=====
	Inversión Privada \$ 104.836.469.117	17.354.721.176	39.340.040.334	43.462.158.176	4.679.549.431
	Inversión Social \$ 101.249.111.645	16.823.023.160	37.983.026.790	41.923.481.685	4.519.580.011

CUADRO 5.4.4

**PROYECTO 4 (Los Angeles)
PROGRAMA DE OBRAS**

LOS ANGELES 140 Hm3		Año 1947	Año 1948	Año 1949	Año 1950
ITEM					
1 Embalse Los Angeles					
2 Aducción El Paico (20 m3/s)					
3 Aducción Norte					
4 Aducción Cabildo					
5 Canales Putaendo					
6 Mej. Canal Waddington					
7 Interf., Servid., Derechos, Terrenos					
8 Pozos					
Inversión Privada \$	70.060.492.125	14.812.661.730	24.578.055.379	30.669.775.016	
Inversión Social \$	67.692.697.425	14.373.110.606	23.751.282.853	29.568.303.967	

LOS ANGELES 190 Hm3		Año 1947	Año 1948	Año 1949	Año 1950
ITEM					
1 Embalse Los Angeles					
2 Aducción El Paico (20 m3/s)					
3 Aducción Norte					
4 Aducción Cabildo					
5 Canales Putaendo					
6 Mej. Canal Waddington					
7 Interf., Servid., Derechos, Terrenos					
8 Pozos					
Inversión Privada \$	72.158.185.456	12.568.917.288	23.751.080.051	33.055.337.644	2.782.850.472
Inversión Social \$	69.741.038.312	12.200.563.492	22.962.385.511	31.887.631.666	2.690.457.644

LOS ANGELES 260 Hm3		Año 1947	Año 1948	Año 1949	Año 1950
ITEM					
1 Embalse Los Angeles					
2 Aducción El Paico (20 m3/s)					
3 Aducción Norte					
4 Aducción Cabildo					
5 Canales Putaendo					
6 Mej. Canal Waddington					
7 Interf., Servid., Derechos, Terrenos					
8 Pozos					
Inversión Privada \$	76.718.810.806	11.259.294.957	17.904.634.622	40.394.658.907	7.160.222.320
Inversión Social \$	74.182.320.221	10.936.354.916	17.338.885.864	38.988.424.937	6.918.654.505

CUADRO 5.4.5

PROYECTO 5 (Los Angeles, Rocin)
PROGRAMA DE OBRAS

LOS ANGELES 140 Hm3		Año 1947	Año 1948	Año 1949	Año 1950
ITEM					
1 Embalse Los Angeles					
2 Embalse Rocin					
3 Aducción El Paico (20 m3/s)					
4 Aducción Norte					
5 Aducción Cabildo					
6 Canales Putaendo					
7 Mej. Canal Waddington					
8 Interf., Servid., Derechos, Terrenos					
9 Pozos					
Inversión Privada \$	85.725.065.138	20.110.543.084	31.641.897.184	33.972.624.870	
Inversión Social \$	82.901.435.584	19.513.592.927	30.605.259.282	32.782.583.375	

LOS ANGELES 190 Hm3		Año 1947	Año 1948	Año 1949	Año 1950
ITEM					
1 Embalse Los Angeles					
2 Embalse Rocin					
3 Aducción El Paico (20 m3/s)					
4 Aducción Norte					
5 Aducción Cabildo					
6 Canales Putaendo					
7 Mej. Canal Waddington					
8 Interf., Servid., Derechos, Terrenos					
9 Pozos					
Inversión Privada \$	88.020.477.969	17.866.798.642	30.814.921.856	36.555.906.998	2.782.850.472
Inversión Social \$	85.140.674.648	17.341.045.813	29.816.361.939	35.292.809.251	2.690.457.644

LOS ANGELES 260 Hm3		Año 1947	Año 1948	Año 1949	Año 1950
ITEM					
1 Embalse Los Angeles					
2 Embalse Rocin					
3 Aducción El Paico (20 m3/s)					
4 Aducción Norte					
5 Aducción Cabildo					
6 Canales Putaendo					
7 Mej. Canal Waddington					
8 Interf., Servid., Derechos, Terrenos					
9 Pozos					
Inversión Privada \$	92.631.007.570	16.557.176.311	24.968.476.428	43.945.132.511	7.160.222.320
Inversión Social \$	89.630.139.110	16.076.837.237	24.192.862.292	42.441.785.076	6.918.654.505

CUADRO 5.4.6

PROYECTO 6 (Puntilla del Viento, Los Angeles) PROGRAMA DE OBRAS

Puntilla del Viento 155 - Los Angeles 140					
	ITEM	Año 1947	Año 1948	Año 1949	Año 1950
1	Embalse P. del Viento 155 Hm3	=====	=====	=====	
2	Embalse Los Angeles 140 Hm3	=====	=====	=====	
3	Aducción El Paico (20 m3/s)	=====	=====	=====	
4	Aducción Norte		=====	=====	
5	Aducción Cabildo		=====	=====	
6	Canales Putaendo		=====	=====	
7	Mej. Canal Waddington	=====	=====	=====	
8	Interf.,Servid.,Derechos,Terrenos	=====	=====	=====	
9	Pozos			=====	=====
	Inversión Privada \$ 100.347.522.346	24.377.410.973	39.881.654.167	36.088.457.206	
	Inversión Social \$ 97.093.744.308	23.647.605.800	38.590.475.165	34.855.663.343	

Puntilla del Viento 180 - Los Angeles 140					
	ITEM	Año 1947	Año 1948	Año 1949	Año 1950
1	Embalse P. del Viento 180 Hm3	=====	=====	=====	
2	Embalse Los Angeles 140 Hm3	=====	=====	=====	
3	Aducción El Paico (20 m3/s)	=====	=====	=====	
4	Aducción Norte		=====	=====	
5	Aducción Cabildo		=====	=====	
6	Canales Putaendo		=====	=====	
7	Mej. Canal Waddington	=====	=====	=====	
8	Interf.,Servid.,Derechos,Terrenos	=====	=====	=====	
9	Pozos			=====	=====
	Inversión Privada \$ 113.404.534.915	24.374.870.228	43.252.299.735	40.556.862.019	5.116.631.071
	Inversión Social \$ 109.724.937.281	23.635.895.501	41.855.032.542	39.181.970.716	4.950.735.604

CUADRO 5.4.7

**PROYECTO 7 (Puntilla del Viento, Los Angeles, Rocin)
PROGRAMA DE OBRAS**

Puntilla del Viento 155 - Los Angeles 140 - Rocin 42					
	ITEM	Año 1947	Año 1948	Año 1949	Año 1950
1	Embalse P. del Viento 155 Hm3	=====	=====	=====	
2	Embalse Los Angeles 140 Hm3	=====	=====	=====	
3	Embalse Rocin	=====	=====	=====	
4	Aducción El Paico (20 m3/s)	=====	=====	=====	
5	Aducción Norte		=====	=====	
6	Aducción Cabildo		=====	=====	
7	Canales Putaendo		=====	=====	
8	Mej. Canal Waddington	=====	=====	=====	
9	Interf.,Servid.,Derechos, Terrenos	=====	=====	=====	
10	Pozos			=====	=====
	Inversión Privada \$ 116.593.489.359	29.675.292.327	46.945.495.972	39.972.701.060	
	Inversión Social \$ 112.863.818.374	28.788.088.122	45.444.451.593	38.631.278.658	

CUADRO 5.4.8

PROYECTO 8 (Sólo Bombeo)
PROGRAMA DE OBRAS

Bombeo sólo (sin embalses)		Año 1947	Año 1948	Año 1949	Año 1953	Año 1958	Año 1962
ITEM							
1	Aducción El Paico (12 m3/s)		=====	=====			
2	Aducción Norte		=====	=====			
3	Aducción Cabildo		=====	=====			
4	Canales Putaendo		=====	=====			
5	Mejor. Canal Waddington	=====	=====	=====			
6	Interferencias Canales	=====	=====	=====			
7	Campo de Pozos Curimon			=====	=====	=====	=====
8	Pozos			=====	=====	=====	=====
Inversión Privada \$ 48.645.071.563		114.375.475	12.986.967.502	15.988.567.960	4.345.591.250	6.518.386.875	8.691.182.500
Inversión Social \$ 46.728.157.851		110.429.521	12.419.938.252	15.317.282.494	4.195.668.352	6.293.502.528	8.391.336.704

5.5.1

5.5 COSTOS DE OPERACION Y MANTENCION

En relación a esta materia se expondrán a continuación los criterios utilizados, los que han permitido establecer los valores correspondientes. Cabe hacer presente que los cálculos efectuados se refieren solamente a los 5 sistemas de Riego que se seleccionaron como de real interés y que se describen en el capítulo 6.1.2 de este informe.

Para estimar los costos de operación y mantención de los sistemas de riego considerados en cada proyecto, se procedió a analizar por separado los siguientes costos:

- Costos de operación y mantención de los embalses.
- Costos de operación y mantención de los canales.
- Costos de operación, mantención y reposición de los pozos de bombeo.

Los costos asociados a los embalses se estimaron considerando los gastos que derivan del personal de planta que tendría la obra, del personal técnico que efectuaría inspecciones periódicas, y de los correspondientes a las mantenciones preventivas mensuales, sistemáticas anuales y mayores cada 5 años. Este costo alcanza a \$ 27.000.000 y se supuso igual para los tres embalses.

El costo de operación de los canales se determinó teniendo presente por un lado, el costo asociado a la red de canales de distribución, y por otro el costo de operación y mantención de los canales de trasvase. Para evaluar el primero de ellos, se tomaron los valores unitarios de 5 US\$/ha para la superficie actual de riego mejorada con el proyecto y de 15 US\$/ha para la nueva superficie incorporada al regadío. En los cinco proyectos considerados la superficie total es aproximadamente la misma y aplicando los valores anteriores a la superficie actual mejorada y a la nueva superficie incorporada al riego, se determinó un costo de \$184.255.000 para cada caso.

Para definir el costo de operación y mantención de los canales de trasvase, se consideraron dos ítemes principales: costo del personal permanente y costo de la limpia anual y roce de canales. Los costos resultantes fueron: El Paico \$21.960; Norte \$15.660.000; Cabildo \$8.040.000.

5.5.2

Los costos de operación y mantención asociados a los pozos de bombeo, se estimaron de la siguiente manera:

- Costo de operación: Se calculó el costo de la energía consumida y potencia contratada, considerando las tarifas eléctricas de 22,44 \$/kWh y 1.075 \$/kWh, respectivamente.
- Costo de mantención: Se estimó el costo de los repuestos, pinturas protectoras, mano de obra involucrada, etc., propios de la operación y conservación anual de la obra, estableciendo para los compuestos principales de la instalación un porcentaje de la inversión correspondiente.

Para los pozos de Curimón (Caso 5: Bombeo Solo) se consideró un costo adicional de mantención debido a las características en que operarán los equipos y las obras de conducción, las que correspondiendo a un sistema unitario de funcionamiento prácticamente permanente, originan condiciones de trabajo bastante más desfavorables que las de los pozos de otros sectores, los cuales corresponden a instalaciones de tipo predial.

Finalmente para estimar el costo de reposición de los equipos de bombeo se determinó, en forma aproximada, el reemplazo de las obras y elementos que intervienen en la explotación del agua subterránea. Para ello se tuvo presente la siguiente vida útil de cada uno de sus componentes:

Pozo	:	25 años
Bombas y cables eléctricos	:	10.000 horas o 10 años
Instalaciones eléctricas	:	25 años
Interconexiones hidráulicas	:	25 años

Estos costos de reposición de los equipos de bombeo se incluirán en la actualización de los costos de inversión.

En el capítulo siguiente se presentará el valor actualizado de los distintos costos anuales de mantención operación que se han indicado anteriormente.

6. EVALUACION ECONOMICA Y ANALISIS DE SENSIBILIDAD

6.1 EVALUACION SOCIOECONOMICA DEL PROYECTO

6.1.1 OBJETIVO

El objetivo de la evaluación realizada ha sido determinar los valores de los indicadores económicos conocidos con los nombres de Valor Actualizado Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR), con la finalidad de definir la conveniencia de realizar las obras integrantes de los diversos proyectos alternativos propuestos para mejorar el riego del área abarcada por el estudio encomendado.

6.1.2 ALTERNATIVAS DE DESARROLLO EVALUADAS

Después de examinar los resultados de la operación simulada de los diversos sistemas de obras consideradas, realizada mediante el modelo computacional, quedó en evidencia que varios de ellos no eran competitivos, por lo que fueron desechados. Después de esta operación de "tamizado", quedaron las siguientes alternativas en competencia, que fueron las que se evaluaron:

CASO	OBRAS INTEGRANTES
------	-------------------

- | | |
|---|---|
| 1 | Embalse Puntilla del Viento, de 155 Hm ³ de capacidad + Canal El Paico, de 12 m ³ /s de caudal de diseño. |
| 2 | Embalse Los Angeles, de 140 Hm ³ de capacidad + Canal El Paico de 20 m ³ /s de caudal de diseño. |
| 3 | Embalse Los Angeles, de 140 Hm ³ de capacidad + Canal El Paico de 20 m ³ /s de caudal de diseño y Embalse Rocín, de 42 Hm ³ de capacidad. |
| 4 | Embalse Puntilla del Viento de 155 Hm ³ de capacidad + Embalse Los Angeles, de 140 Hm ³ de capacidad + Canal El Paico, de 20 m ³ /s de caudal de diseño. |
| 5 | Bombeo Sólo. |

6.1.2

Todas las alternativas de riego propuestas son capaces de regar una superficie de 105.000 hectáreas con 85% de seguridad y de cubrir las demandas de ésta en forma muy parecida, de lo que resulta que sus ingresos netos anuales son similares.

6.1.3 INVERSIONES Y COSTOS DE OPERACION Y MANTENCION

Para los cinco casos definidos como los de mayor interés para su evaluación económica, las inversiones consideradas fueron las que se han indicado en el Capítulo 5.3 de este informe, a las que se agregaron los costos de reposición de los equipos de bombeo complementario de cada uno de estos proyectos.

Respecto a los costos de operación y mantención definidos en el capítulo 5.5, básicamente ellos consideran: los costos asociados a embalses, obras de conducción y pozos de bombeo.

Los valores de inversión y operación y mantención se resumen debidamente actualizados en los cuadros que se incluyen más adelante en el punto 6.1.6 "Resultados de la Evaluación Económica".

6.1.4 INGRESOS NETOS DE LOS PROYECTOS

Estos se han calculado a partir de la información que se posee de las superficies de riego, rendimientos, costos de los insumos y precios de los productos. Con esa información se ha procedido a cuantificar el "excedente económico" generado en cada una de las zonas de planificación.

Para la elaboración de los flujos anuales correspondientes a la "situación sin proyecto", se estimó un crecimiento vegetativo de los excedentes equivalente a un 0,8% anual en los 10 primeros años, para así tomar en cuenta el aumento esperado de estos excedentes debido al mejoramiento tecnológico normal.

Los flujos anuales correspondientes a la "situación con proyecto" se calcularon incorporando el costo de operación de los sistemas tecnificados de riego y de los de habilitación de suelos necesarios para las plantas. Asimismo, las nuevas superficies productivas se incorporaron de acuerdo con curvas de desarrollo de nuevos cultivos o plantaciones, considerándose lapsos de tres años para las superficies de cultivo anual y de cinco años para las nuevas plantaciones de frutales.

Tanto en el caso "sin proyecto" como en el caso "con proyecto", los flujos anuales resultantes fueron corregidos de acuerdo con la hidrología del área, para lo cual se procedió a ajustar las superficies regables conforme a la disponibilidad de agua de cada

6.1.3

año. Para tal efecto, en los años deficitarios se descontaron sucesivamente superficies de cultivos según el orden de prelación de sus respectivos márgenes, comenzándose por las praderas naturales, para proseguir, según la magnitud del déficit hidrológico, con los cultivos anuales de primera, las praderas artificiales, las hortalizas y cultivos de invierno, pero manteniendo sin cambio la superficie plantada con frutales.

6.1.5 SUPUESTOS BASICOS DE LA EVALUACION REALIZADA

La evaluación económica de las cinco alternativas referentes a las situaciones "con proyecto" y "sin proyecto", se realizó adoptando las siguientes bases de cálculo:

- Nivel de precios : enero de 1994.
- Tasa de cambio : 430 \$/US\$.
- Período de la evaluación : 43 años (1947 - 1989).
- Hidrología : al año 1 de la evaluación se le asignó la hidrología correspondiente al año 1950.
- Vida útil asumida
 - * Embalses : 43 años
 - * Pozos : 25 años
 - * Bombas y cables eléct. : 10.000 hrs. o 10 años
 - * Instalaciones eléctricas : 25 años
 - * Interconexiones hidráulicas : 25 años
- El presupuesto de inversión de cada proyecto fue distribuido en los 3 primeros años de acuerdo al programa de obras de cada uno de ellos, considerando que ellas se iniciaban el año 1947. En la mencionada inversión se incluyeron los costos de construcción del embalse, construcción de nuevos canales, mejoramiento y ampliación de los existentes y finalmente el costo de instalación del sistema de pozos. Adicionalmente en este ítem también se incluyeron los costos de reposición de los pozos.
- La operación, mantención y reposición del sistema de bombeo se consideró del año 1950 en adelante. En la mayoría de los casos, en los primeros años estos costos fueron prácticamente nulos ya que a partir del año 1950, las superficies se fueron incorporando paulatinamente según las curvas de desarrollo de nuevos cultivos o plantaciones (capítulo 1.3, subetapa 3.1),

6.1.4

por lo que en esta etapa inicial del proyecto (los 5 primeros años) se consideró que el bombeo complementario requerido no era necesario por la existencia de un volumen disponible en el embalse para el riego de las ha aún no incorporadas.

- Precios sociales: estos se derivaron de los precios de mercado, aplicando los factores de corrección determinados por MIDEPLAN para la mano de obra y la divisa.
- Tasa de descuento: los diversos valores participantes en la evaluación se actualizaron utilizando la tasa de 12%, tanto para la evaluación a precios privados como la a precios sociales.
- Ubicación de los valores: para los fines de la actualización, se supuso que los valores anuales se concentran al final de los correspondientes años.

6.1.6 RESULTADOS DE LA EVALUACION

En los cuadros siguientes se resumen los resultados obtenidos de la evaluación económica:

CUADRO 6.1.1

EVALUACION ECONOMICA A PRECIOS SOCIALES

Valores en millones de \$ actualizados a precios de Enero de 1994				Tasa Descuento 12%	
Item	Caso 1 P. de V. 155 Hm ³	Caso 2 Los Ang. 140 Hm ³	Caso 3 Los Ang. 140 Hm ³ Rocín 42 Hm ³	Caso 4 Los Ang. 140 Hm ³ P. del V. 155 Hm ³	Caso 5 Bombeo Solo
Costos de Inversión (Incluye rep. de pozos)	58.017,2	54.678,1	66.546,6	78.162,1	28.488,2
Costos de Mant. y Operac. (embalses, canales, pozos)	4.968,6	5.304,2	4.192,6	4.099,7	8.043,2
Ingresos netos del Proy.	324.564,2	324.610,4	324.669,4	324.548,1	284.732,6
Ingresos Situación actual	243.599,6	243.599,6	243.599,6	243.599,6	243.599,6
VAN	17.978,8	21.028,6	10.330,5	(1.313,3)	4.609,6
TIR	14,21%	14,65%	13,14%	11,87%	12,94%

CUADRO 6.1.2

EVALUACION ECONOMICA A PRECIOS PRIVADOS

Valores en millones de \$ actualizados a precios de Enero de 1994				Tasa Descuento 12%	
Item	Caso 1 P. de V. 155 Hm ³	Caso 2 Los Ang. 140 Hm ³	Caso 3 Los Ang. 140 Hm ³ Rocín 42 Hm ³	Caso 4 Los Ang. 140 Hm ³ P. del V. 155 Hm ³	Caso 5 Bombeo Solo
Costos de Inversión (Incluye rep. de pozos)	60.073,2	56.514,6	68.753,4	80.719,9	29.588,4
Costos de Mant. y Operac. (embalses, canales, pozos)	4.968,5	5.304,2	4.192,6	4.099,7	8.043,3
Ingresos netos del Proy.	299.988,7	294.027,9	294.074,8	293.974,9	261.475,2
Ingresos Situación actual	232.512,1	232.512,1	232.512,1	232.512,1	232.512,1
VAN	(3.565,1)	(303,0)	(11.383,4)	(23.356,8)	(8.668,6)
TIR	11,57%	11,96%	10,75%	9,68%	10.19%

En estos cuadros es posible visualizar que la alternativa que presenta mejores indicadores económicos para los Sistemas de Riego basados en embalses, corresponde al caso 2: Embalse los Angeles de 140 Hm³ complementado con un bombeo de 130 Hm³ de promedio anual. En este caso a precios sociales la TIR alcanza a un 14,65% y el VAN a Millones \$ 21.028,6.

Para la misma situación (Los Angeles 140 Hm³ y bombeo complementario de 130 Hm³), pero considerando precios privados, la TIR resulta de 11,96% y el VAN de Millones de (\$ 303,0).

En relación a las otras posibilidades analizadas con regulación de recursos superficiales, el Caso 1 (sistema basado en un embalse Puntilla del Viento de 155 Hm³ en el Aconcagua, complementado con un bombeo de 160 Hm³ de promedio anual) también presenta indicadores favorables: TIR de 14,21% a precios sociales y de 11,57% a precios privados; VAN de Millones \$ 17.978,8 a precios sociales y de Millones (\$ 3.565,1) a precios privados.

6.2 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

En los cuadros de la página siguiente se presentan los resúmenes del análisis de sensibilidad del caso 2, el que corresponde a la alternativa que ofrece los mejores indicadores económicos. Cabe hacer presente, sin embargo, que las conclusiones que a continuación se incluyen deben considerarse aplicables a todos los casos, dado que el análisis de sensibilización tiene por objeto detectar los factores que pudieran afectar los indicadores económicos al producirse variaciones relativas respecto a tasas de interés, costos y beneficios.

La sensibilización respecto a la tasa de descuento (Cuadro 6.2.1) indica que a precios sociales el VAN del proyecto es positivo para las tres tasas consideradas (10, 12 y 14%), lo que revela que el proyecto desde este punto de vista presenta una alta seguridad. En el caso de precios privados, su VAN para un 12% es prácticamente nulo, lo que refleja que ésta es la tasa de equilibrio. En el caso del 10% su VAN es significativo.

La sensibilización respecto a costos y beneficios (Cuadros 6.2.2 y 6.2.3) revela que tanto a precios sociales como privados el factor determinante en la rentabilidad del proyecto corresponde a los ingresos o beneficios. En efecto a precios sociales, si se supone que el ingreso del caso base se reduce en un 10% y se mantienen los costos y la situación actual, el VAN pasa de un valor positivo de \$ 21.028,6 millones a una cifra negativa de (\$ 11.432,5) millones y la TIR baja de 14,65% a 10,46%. En relación a los costos (Inversión, Operación y Mantención) su efecto es mucho menos significativo.

CUADRO 6.2.1

SENSIBILIZACION RESPECTO A LA TASA DE DESCUENTO

CASO 2 : EMBALSE LOS ANGELES Y CANAL EL PAICO

PRECIOS PRIVADOS Y SOCIALES

Valores actualizados en millones de \$ de Enero 1994

TASA DE DESCUENTO	PRIVADO			SOCIAL		
	10%	12%	14%	10%	12%	14%
Inversión	59.464,1	56.514,6	53.963,0	57.552,7	54.678,1	52.196,8
Operación y Mantención	6.763,6	5.304,2	4.256,1	6.763,6	5.304,2	4.256,1
Ingresos Netos	377.178,2	294.027,9	234.560,4	415.491,6	324.610,4	259.564,9
Situación Actual	291.596,0	232.512,1	189.774,2	305.410,6	243.599,6	198.880,7
VAN PROYECTO	19.354,5	(303,0)	(13.432,8)	45.764,7	21.028,6	4.231,2
TIR	11,96%	11,96%	11,96%	14,65%	14,65%	14,65%

CUADRO 6.2.2

SENSIBILIZACION RESPECTO A COSTOS Y BENEFICIOS

CASO 2 : EMBALSE LOS ANGELES Y CANAL EL PAICO

PRECIOS SOCIALES

Valores en millones de \$ de Enero 1994

Tasa de descuento : 12%

FACTORES DE SENSIBILIZACION	VARIACION DE LOS FACTORES							
Inversión	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1
Operación y Mantenición	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1
Ingresos Netos	1,0	1,0	1,1	1,0	0,9	1,0	1,1	0,9
Situación Actual	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	0,9	1,1

VALORES ACTUALIZADOS								
Inversión	54.678,1	60.145,9	54.678,1	54.678,1	54.678,1	49.210,2	49.210,2	60.145,9
Operación y Mantenición	5.304,2	5.834,6	5.304,2	5.304,2	5.304,2	4.773,8	4.773,8	5.834,6
Ingresos Netos	324.610,4	324.610,4	357.071,5	324.610,4	292.149,4	324.610,4	357.071,5	292.149,4
Situación Actual	243.599,6	243.599,6	243.599,6	267.959,6	243.599,6	243.599,6	219.239,6	267.959,6
VAN PROYECTO	21.028,6	15.030,4	53.489,6	(3.331,4)	(11.432,5)	27.026,8	83.847,8	(41.790,6)
TIR	14,65%	13,79%	18,47%	11,57%	10,46%	15,61%	22,90%	6,36%

CUADRO 6.2.3

SENSIBILIZACION RESPECTO A COSTOS Y BENEFICIOS

CASO 2 : EMBALSE LOS ANGELES Y CANAL EL PAICO

PRECIOS PRIVADOS

Valores en millones de \$ de Enero 1994

Tasa de descuento : 12%

FACTORES DE SENSIBILIZACION	VARIACION DE LOS FACTORES							
Inversión	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1
Operación y Mantenición	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1
Ingresos Netos	1,0	1,0	1,1	1,0	0,9	1,0	1,1	0,9
Situación Actual	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	0,9	1,1

VALORES ACTUALIZADOS								
Inversión	56.514,6	62.166,0	56.514,6	56.514,6	56.514,6	50.863,1	50.863,1	62.166,0
Operación y Mantenición	5.304,2	5.834,6	5.304,2	5.304,2	5.304,2	4.773,8	4.773,8	5.834,6
Ingresos Netos	294.027,9	294.027,9	323.430,6	294.027,9	264.625,1	294.027,9	323.430,6	264.625,1
Situación Actual	232.512,1	232.512,1	232.512,1	255.763,3	232.512,1	232.512,1	209.260,9	255.763,3
VAN PROYECTO	(303,0)	(6.484,9)	29.099,8	(23.554,2)	(29.705,8)	5.878,9	58.532,9	(59.138,9)
TIR	11,96%	11,23%	15,45%	8,97%	7,95%	12,78%	19,38%	3,52%

6.3.1

6.3 ANALISIS DEL REGADIO DE LAS CUENCAS CONSIDERANDOLAS EN FORMA SEPARADA

Aunque el concepto del estudio de diagnóstico se basó en la búsqueda del Sistema de Riego más favorable para satisfacer el Desarrollo Integral de los recursos de las cuencas de Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca de manera que el Estado pudiera apoyar un proyecto conjunto que resolviera en forma global el problema, el Balance Hídrico realizado y la valorización de las obras que se hizo, permiten obtener valores para el análisis de soluciones independientes para cada cuenca.

En este sentido el caso que considera conjuntamente Puntilla del Viento 155 Hm³, Los Angeles 140 Hm³ y Rocín 42 Hm³ permite obtener de su simulación las cifras necesarias para realizar un análisis comparativo.

En efecto, en cada uno de estos casos se conocen los costos y beneficios asociados y como cada embalse sirve a su hoya independientemente, es posible obtener la información necesaria para el análisis de soluciones independientes entre sí, para Aconcagua-Putaendo y Ligua-Petorca.

Cabe hacer presente que los costos incluyen por una parte las inversiones necesarias, como así también el valor presente de los gastos anuales de operación y mantención de los sistemas de riego correspondientes.

Al respecto se hizo un primer análisis de tipo general que se resume en el cuadro siguiente. En este cuadro se incluye en la primera línea horizontal el caso del Sistema de Riego que incluye Puntilla del Viento 155 Hm³, Los Angeles 140 Hm³ y Rocín 42 Hm³, que como se ha dicho, permite obtener los costos del regadío (costo/ha) para las tres soluciones de embalse anteriores sirviendo sólo a sus respectivas hoyas en forma independiente entre sí (líneas horizontales 2, 3 y 4).

Finalmente, en el cuadro se han agregado los casos de Puntilla del Viento 155 Hm³ y Los Angeles 140 Hm³, pero ellos sirviendo con su respectivo bombeo complementario a 105.000 ha. Ellos se han indicado sólo a título referencial y para que puedan visualizarse las posibles diferencias en relación a las soluciones independientes.

CUADRO 6.3.1

**COSTOS Y EXCEDENTES OBTENIDOS DEL ANALISIS DEL REGADIO
DE LAS CUENCAS CONSIDERANDOLAS EN FORMA SEPARADA**

Alternativa	Inversión, Operación y Mantenición Miles \$	Nuevo Riego ha	costo/ha Miles \$	Exced. Neto nuevo Riego Miles \$/año	Exced. Neto nuevo Riego Miles \$/año/ha	Años necesarios para cubrir costo del Riego
Sistema de Riego Puntilla del Viento 155 Hm ³ Los Angeles 140 Hm ³ Rocín 42 Hm ³	122.931.107	49.469	2.485	16.634.830	336	7,4
Puntilla del Viento 155 Hm ³ (Solución independiente)	47.670.459	25.805	1.847	9.133.420	354	5,2
Los Angeles 140 Hm ³ (Solución independiente)	53.686.544	18.877	2.844	6.745.584	357	8,0
Rocín 42 Hm ³ (Solución independiente)	21.574.104	4.787	4.507	764.826	160	28,1
Sistema de Riego Puntilla del Viento 155 Hm ³	86.360.027	49.552	1.742	16.643.830	336	5,2
Sistema de Riego Los Angeles 140 Hm ³	81.099.547	49.572	1.636	16.643.830	336	4,9

De las cifras de este cuadro es posible visualizar que una solución con Puntilla del Viento que sólo se destina al Aconcagua es muy similar en cuanto al costo/ha y excedente neto anual/ha que la alternativa Puntilla del Viento suministrando recursos para el total del área del estudio. Esto revela que desde el punto de vista de rentabilidad del proyecto las cifras son muy semejantes, pero en cuanto a creación de riqueza o valor actualizado de la producción, su efecto es mucho más limitado pues al abastecer sólo un sector del proyecto, el excedente neto total es muy inferior al que se obtiene con una solución de tipo global. En este sentido, parecería conveniente que si se continua en el proyecto Puntilla del Viento, ello se efectúe manteniendo su carácter de integral y no de solución limitada solamente al Aconcagua.

6.3.3

Respecto a la Solución del Embalse Los Angeles actuando separado del Sistema de Riego Global, ella es más desfavorable que la alternativa que lo integra a dicho sistema. Ella sería una solución de tipo parcial que dejaría al Aconcagua en la misma situación existente y adicionalmente el excedente neto total sería sólo una parte de lo posible de obtener con una solución global. En otras palabras, en la medida que se acometa el proyecto tratando de maximizar el área beneficiada, el conjunto resolverá sus problemas a menores costos que si se consideran soluciones separadas entre sí.

Finalmente, el embalse Rocín resulta una solución ineficiente, cuyo efecto se refiere a encarecer al conjunto de obras o en otras palabras, en el Sistema de Riego que lo incluyera significaría que se le estaría subsidiando a través de Puntilla del Viento o de Los Angeles (encareciendo artificialmente estos proyectos).

El análisis realizado se ha complementado con la determinación de la TIR y del VAN para las soluciones de Puntilla del Viento 155 Hm³, Los Angeles 140 Hm³ y Rocín 42 Hm³ regando en cada caso sólo sus respectivos valles.

CUADRO 6.3.2

EVALUACION ECONOMICA A PRECIOS SOCIALES

Valores en millones de \$ actualizados a precios de Enero de 1994			Tasa Descuento 12%
Proyecto Puntilla del Viento 155 Hm ³ , Los Angeles 140 Hm ³ , Rocín 42 Hm ³			
Item	Aconcagua	Ligua - Petorca	Putando
Costos de Inversión (Incluye rep. de pozos)	33.356	40.404	15.668
Costos de Mant. y Operac. (embalses, canales, pozos)	2.671	1.058	783
Ingresos netos del Proy.	254.747	58.263	11.649
Ingresos Situación actual	208.463	26.718	8.367
VAN	10.257	(9.917)	(13.169)
TIR	14.2%	10.0%	1.7%

CUADRO 6.3.3

EVALUACION ECONOMICA A PRECIOS PRIVADOS

Valores en millones de \$ actualizados a precios de Enero de 1994			Tasa Descuento 12%
Proyecto Puntilla del Viento 155 Hm ³ , Los Angeles 140 Hm ³ , Rocín 42 Hm ³			
Item	Aconcagua	Ligua - Petorca	Putando
Costos de Inversión (Incluye rep. de pozos)	34.418	41.737	16.217
Costos de Mant. y Operac. (embalses, canales, pozos)	2.671	1.058	783
Ingresos netos del Proy.	229.193	53.959	10.914
Ingresos Situación actual	199.017	25.507	7.988
VAN	(6.913)	(14.343)	(14.074)
TIR	10.5%	9.2%	1.0%

Las cifras sobre indicadores económicos reflejan que Puntilla del Viento, como solución destinada exclusivamente al Aconcagua, es más favorable que Los Angeles, también sólo para Ligua - Petorca. Esto permite visualizar el interés y conveniencia de continuar con el proyecto Puntilla del Viento.

7. ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS

Este capítulo describe resumidamente el análisis de los aspectos del marco legal y administrativo en que tendrían que desarrollarse las obras consideradas en el estudio.

En primer término se determinó la situación existente respecto a mercedes de agua para hidroelectricidad. Asimismo también el estado legal y administrativo de los recursos de agua para el regadío y de las organizaciones de usuarios de los ríos Aconcagua, Putaendo, Catemu, Ligua y Petorca. Finalmente la de otros usuarios del recurso.

A base de la situación legal actual y del desarrollo futuro, se analizó el efecto de las obras del proyecto considerando sus posibles interferencias con centrales hidroeléctricas e infraestructura, de modo de hacer ver posibles situaciones conflictivas que pudieran presentarse.

Como conclusiones y recomendaciones del estudio realizado podría indicarse que las situaciones legales y administrativas relevantes serían las que se describen en los párrafos siguientes:

El embalse Puntilla del Viento está afectado por la merced de agua de la Central Chacabuquito, concedida a la Hidroeléctrica Guardia Vieja, y si esta situación no se resuelve la materialización del embalse no tendría sentido, dado que no habría agua para almacenar, debido a que la central tiene derechos no consuntivos permanentes de 21 m³/s, caudal que normalmente es mayor al que tendría el río en el período en que el embalse podría almacenar aguas. (Mayo a Agosto).

Cabe hacer presente, sin embargo, que existe también una reserva a favor del Fisco, Dirección de Riego, de un volumen de 400 Hm³/año de ejercicio eventual y continuo de las aguas superficiales del río Aconcagua (1ª sección), presentándose, por lo tanto, una situación legal que debe ser aclarada lo antes posible.

Respecto al Embalse Los Angeles, la Dirección de Riego posee un derecho de aprovechamiento de carácter eventual del río Aconcagua que si se destina para este embalse permitiría trasvasar recursos hacia la cuenca de los ríos Ligua y Petorca. Este derecho es de 20 m³/s, cifra que cumple sobradamente con lo requerido para el llenado del embalse de 140 Hm³.

Para el embalse Rocín, se requiere solicitar a la Dirección General de Aguas el derecho de aprovechamiento correspondiente, el que posteriormente deberá ser inscrito en el Registro de Propiedades del Conservador de Bienes Raíces.

7.1.2

En relación al regadío propiamente tal, se considera que el primer y más importante esfuerzo que debería realizarse, aún si en definitiva no se construyeran las obras, es que los usuarios se organicen legalmente y que exista absoluta claridad de los derechos de agua de las correspondientes asociaciones y de sus accionistas. Esto es especialmente válido para los regantes de las cuencas de los valles Ligua y Petorca.

En un sistema complejo, con gran número de asociados, con interdependencia entre ellos y con una red extensísima y desordenada de canales, pero que está en funcionamiento y en la práctica ha operado, se estima que en la medida que se avance en el aspecto mencionado de organizar a los usuarios y establecer un marco legal claro y definitivo, ello es la base para una posterior distribución racional del recurso y para descentralizar la administración de ellos. Finalmente también para facilitar la puesta en riego, tratando que sean los propios usuarios lo que se hagan cargo de las ampliaciones y modificaciones en las redes de sus respectivas organizaciones a base de los derechos que estimen necesarios para complementar y darle seguridad al área del proyecto que cubren su sistema de riego. De este modo en función de las necesidades y solicitudes de las organizaciones de regantes se distribuirán las disponibilidades de los embalse, previo el pago correspondiente que se establezca para estos efectos.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

Las conclusiones finales de este análisis de diagnóstico pueden resumirse de la manera siguiente:

- a) El Desarrollo Integral de los recursos de las hoyas de Aconcagua, Ligua-Petorca y secano costero es factible técnica y económicamente.
- b) Las alternativas más favorables son:
 - Embalse Los Angeles de 140 Hm³ y complemento de bombeo de 130 Hm³.
 - Embalse Puntilla del Viento 155 Hm³ y complemento de bombeo de 160 Hm³.
- c) El caso que corresponde a Los Angeles de 140 Hm³, presenta indicadores favorables, técnicamente no tiene dificultades de realización y existe un derecho de aprovechamiento de aguas que si se destina para este proyecto permite llenar el embalse.

Se estima que en una etapa más avanzada es posible mejorar los indicadores económicos de este proyecto en lo que se refiere a su rentabilidad, ya que un estudio focalizado respecto al regadío de Ligua-Petorca podría conducir a una optimización de la capacidad del embalse en función de aquellas áreas que por su mayor productividad sería conveniente regar, excluyendo aquellas de menor rentabilidad o que no mejoren en forma significativa los márgenes netos actuales. Así también debería definirse más exhaustivamente el complemento de bombeo en cuanto a magnitud, características finales, etc.

En relación a la Central Hidroeléctrica que se estudió en el embalse Los Angeles sus indicadores económicos son similares al proyecto sin ella y por lo tanto, no existe un interés especial respecto a su realización.

En todo caso, en el análisis de optimización del embalse convendrá incluirla pues si se mejora el aprovechamiento del embalse ella podría resultar más favorable.

Cabe hacer presente que esta alternativa sirve solamente a Ligua - Petorca y no tiene mayor efecto sobre Aconcagua, es decir representa una solución con recursos del Aconcagua en la que ellos no se destinan a esa cuenca sino que a las citadas.

8.1.2

- d) En la alternativa basada en Puntilla del Viento, el embalse que se ubica en el Aconcagua presenta la ventaja de servir tanto al Aconcagua como a Ligua-Petorca, es decir la utilización de las aguas superficiales tiene un carácter más integral que en el caso de Los Angeles, siendo ésta una ventaja de mucha significación pues los recursos del Aconcagua se distribuirían entre los distintos sectores del proyecto cubriendo de ese modo gran parte del área del estudio.

En una etapa más avanzada del estudio, es decir en el análisis de optimización que posiblemente se seguiría a este diagnóstico, es probable que los indicadores económicos puedan mejorarse pues al seleccionar áreas de mayor productividad o con menores obras de conducción, se conseguirían mayores rentabilidades que las que resultaron en este estudio.

En este sentido, cabe mencionar que el análisis agronómico ha sido de tipo conservador y realista, tratando de incorporar en los conceptos de desarrollo las opiniones de los productores, tendencias limitantes de los mercados actuales y considerando precios y rendimientos de los productos agrícolas que a la fecha del estudio podrían considerarse ajustados y que no corresponden a consideraciones optimistas.

- e) Como aspectos que podrían iniciarse en forma independiente de un futuro sistema de Riego que grave en forma importante en el área del estudio, cabe mencionar las soluciones de tipo parcial y focalizado que se indican a continuación.
- Se estima conveniente incentivar el regadío mecánico pues tendría la ventaja de ir incorporando en forma gradual e inmediata un recurso como el acuífero, el que se visualiza como elemento complementario necesario, pudiendo para estos efectos acogerse a la ley N° 18.450, lo que permitiría rebajar costos de inversión.
 - En el caso de Ligua-Petorca, el estudio relacionado con Laguna Chepical demostró su conveniencia económica, y aunque sirve a un área limitada de alrededor de 1.500 ha, se estima conveniente su realización. Cabe hacer presente que ella no interfiere con los Sistemas de Riego estudiados pues está sobre las cotas de las zonas servidas por ellos y, por lo tanto, puede considerarse como una solución totalmente independiente.
 - Adicionalmente, en estas cuencas se considera del más alto interés analizar el efecto de realizar trabajos en los ríos que permitan una mayor infiltración del escurrimiento invernal propio o de excedentes hídricos trasvasables desde el río Aconcagua de modo de incorporar al acuífero recursos utilizables posteriormente en la época de estiaje.

8.1.3

- Respecto a Putaendo su problemática mayor se refiere a la gran infiltración que se produce en el río y los canales existentes lo que unido a su escasez de agua en la época de verano crea dificultades importantes en el riego. Al respecto, ya se está avanzando en el mejoramiento de las obras de conducción para solucionar este problema. En todo caso, la solución del riego de Putaendo es una materia propia de su hoya y debe ser abordada en forma independiente de los sistemas estudiados, los que como se pudo demostrar se encarecen si incorporan esta cuenca al conjunto.
- En relación al Aconcagua, el mejoramiento del canal Waddington presenta muy buenos indicadores y por lo tanto, se estima que debe ser considerado en los próximos planos de regadío.
- Otro aspecto en el que se podría avanzar se refiere al drenaje de las zonas 3 y 4 del Aconcagua, ya que el estudio de tipo general realizado permite establecer costos que varían según el caso entre \$200.000/ha y \$3.000.000/ha. Estas cifras indican que existen sectores en que éste, desde el punto de vista agrícola, se podría justificar plenamente, generando adicionalmente, recursos de agua aprovechables en los balnearios del litoral.

8.2 RECOMENDACION FINAL

De acuerdo a lo expuesto, el desarrollo integral de los recursos de las hoyas de Aconcagua, Ligua-Petorca y secano costero es factible técnica y económicamente y por lo tanto, es conveniente avanzar en los estudios de su desarrollo, respecto a esta etapa de diagnóstico.

En ese sentido el Consultor estima que es necesario resolver en primer término la situación de derechos de aprovechamiento relacionados en el Embalse Puntilla del Viento, obra cuyo efecto se extiende a toda el área del Proyecto y es, por lo tanto, de carácter integral.

Asimismo, también el embalse Los Angeles es una solución viable desde el punto de vista técnico y de indicadores económicos, pero ella se limita a Ligua-Petorca, debiendo resolverse en este caso mediante bombeo la situación del Aconcagua.

También es oportuno indicar que en etapas más avanzadas respecto a esta de diagnóstico, es probable que se mejoren los indicadores económicos resultantes en este estudio, al considerar en la próxima etapa el concepto de optimización, lo cual haría aún más clara la conveniencia de proseguir los estudios correspondientes.

En este sentido, cabe la posibilidad de analizar una puesta en servicio de las distintas obras del Regadío Integral incorporándolas en etapas sucesivas y de modo que se inicien aquellas que teniendo inversiones de menor envergadura pudieran constituir un aporte a la incorporación de nuevas ha regadas de alguna significación.

Otro aspecto, en el mismo contexto de optimización, se refiere al análisis de posibles acuerdos con otros usuarios, como los hidroeléctricos, de manera de obtener aprovechamiento conjunto de las obras.

Finalmente es importante señalar que, debido a la existencia de otros proyectos similares que en cierto modo compiten en la asignación de recursos, se requiere que los usuarios y potenciales beneficiarios manifiesten en forma clara su interés y voluntad de participación de modo que las autoridades perciban en el mayor grado posible las aspiraciones y afán de superación de los problemas de un área rica en recursos pero con una limitación muy significativa debido a la escasez de agua.

INDICE GENERAL DEL ESTUDIO

INFORME EJECUTIVO

INFORME EJECUTIVO

INDICE

	PAGINA
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. OBJETIVOS GENERALES DEL ESTUDIO	1
1.2. DESCRIPCION DE LAS FASES DEL ESTUDIO REALIZADO	1
2. SITUACION ACTUAL	3
3. DESARROLLO AGROPECUARIO	6
4. DESARROLLO DEL RIEGO	8
5. BALANCE HIDRICO	12
6. EVALUACION ECONOMICA	15
7. ANALISIS GENERAL DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO Y DIAGNOSTICO	16
7.1 ANTECEDENTES CONCEPTUALES	16
7.2 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACION ECONOMICA	18
7.3 ANALISIS DE SENSIBILIDAD	20
7.4 ANALISIS DEL REGADIO DE LA CUENCAS CONSIDERANDOLAS EN FORMA SEPARADA	24
7.5 CONCLUSIONES FINALES DEL ANALISIS DE DIAGNOSTICO	28
7.6 RECOMENDACION FINAL	31

VOLUMEN I

VOLUMEN I

INFORME RESUMEN

INDICE

	PAGINA
0. OBJETIVOS	0.1.1
1. CARACTERIZACION DEL VALLE	1.1.1
1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL AREA	1.1.1
1.1.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA	1.1.1
1.1.2 ANTECEDENTES POLITICOS Y ADMINISTRATIVOS	1.1.1
1.1.3 DIVISION CON FINES DE ANALISIS Y PLANIFICACION	1.1.3
1.1.4 CARACTERISTICAS DEMOGRAFICAS	1.1.3
1.1.5 CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS	1.1.3
1.1.6 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	1.1.5
1.2 DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DE LA REGION	1.2.1
1.2.1 INTRODUCCION	1.2.1
1.2.2 CLIMA Y AGROCLIMA	1.2.1
1.2.3 SUELOS	1.2.5

1.3	ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS	1.3.1
1.3.1	PLUVIOMETRIA	1.3.1
1.3.2	FLUVIOMETRIA	1.3.5
1.3.2.1	Análisis de los recursos hídricos	1.3.6
1.3.2.2	Caudales extremos afluentes a los embalses	1.3.9
1.3.2.3	Transporte de sedimentos	1.3.9
1.3.3	RECURSOS SUPERFICIALES NO CONTROLADOS	1.3.10
1.3.4	RECURSOS SUBTERRANEOS	1.3.11
1.3.4.1	Introducción General	1.3.11
1.3.4.2	Definición y Características de los Embalses Subterráneos	1.3.14
1.3.5	REUSO DE LAS AGUAS (RECUPERACIONES)	1.3.41
1.3.6	CALIDAD DE LAS AGUAS	1.3.41
1.3.7	DERECHOS DE APROVECHAMIENTO	1.3.44
2.	ANALISIS AGRONOMICO ACTUAL	2.1.1
2.1	CARACTERIZACION PRODUCTIVA Y ECONOMICA DE LA REGION	2.1.1
2.1.1	CARACTERIZACION PRODUCTIVA	2.1.1
2.1.1.1	Generalidades de la agricultura regional	2.1.1
2.1.1.2	Uso actual del suelo por zonas de riego	2.1.2
2.1.1.3	Tecnología de producción para los diferentes rubros	2.1.5
2.1.2	CARACTERIZACION ECONOMICA DE LA PRODUCCION AGROPECUARIA	2.1.8
2.1.2.1	Descripción de las variables principales que afectan a la economía agrícola de la región	2.1.8
2.1.2.2	Metodología utilizada para estimar ingresos, costos y márgenes	2.1.9
2.1.2.3	Valorización de la producción por zona de planificación	2.1.11

2.2	SISTEMAS ADMINISTRATIVOS DE RIEGO	2.2.1
2.2.1	INTRODUCCION	2.2.1
2.2.2	CARACTERISTICAS Y CONCLUSIONES	2.2.2
2.2.2.1	Río Aconcagua, 1ª Sección	2.2.2
2.2.2.2	Río Aconcagua, 2ª Sección	2.2.3
2.2.2.3	Río Aconcagua, 3ª Sección	2.2.4
2.2.2.4	Río Aconcagua, 4ª Sección	2.2.4
2.2.2.5	Río Aconcagua, Afluente Estero Catemu	2.2.4
2.2.2.6	Río Aconcagua, Afluente Río Putaendo	2.2.5
2.2.2.7	Río Ligua entre desembocadura y junta Estero Alicahue	2.2.5
2.2.2.8	Río Ligua, Afluente Estero Alicahue	2.2.5
2.2.2.9	Río Ligua, Afluente Estero Los Angeles	2.2.6
2.2.2.10	Río Petorca, entre desembocadura y confluencia del Estero Sobrante	2.2.6
2.2.2.11	Río Petorca, afluente Estero Sobrante	2.2.7
2.2.2.12	Río Petorca, afluente Estero Pedernal-Chalaco	2.2.7
2.2.3	CUADROS RESUMENES DE CANALES	2.2.8
3.	ANALISIS AGRONOMICO FUTURO	3.1.1
3.1.	CARACTERIZACION PRODUCTIVA Y ECONOMICA	3.1.1
3.1.1	DESARROLLO AGROPECUARIO	3.1.1
3.1.1.1	Consideraciones Generales	3.1.1
3.1.1.2	Supuestos Metodológicos	3.1.2
3.1.1.3	Estimación de Superficies y Producción de Rubros en Situación Futura, por Zona de Planificación	3.1.3
3.1.1.4	Curvas de desarrollo de nuevos cultivos o plantaciones	3.1.6
3.1.2	INVERSION PREDIAL	3.1.8
3.1.3	BENEFICIO NETO AGROPECUARIO	3.1.9
3.2	SECTORES DE NUEVO RIEGO Y DEMANDAS DE AGUA	3.2.1
3.2.1	SECTORES DE NUEVO RIEGO	3.2.1
3.2.2	DEMANDAS DE AGUA PARA EL RIEGO	3.2.3
3.2.2	DEMANDAS DE AGUA PARA OTROS USOS	3.2.8

4.	BALANCE HIDRICO	4.1.1
4.1	OBJETIVOS DEL MODELO DE SIMULACION OPERACIONAL	4.1.1
4.2	BASES CONCEPTUALES DEL MODELO DE SIMULACION OPERACIONAL	4.2.1
4.3	SITUACION ACTUAL	4.3.1
4.4	SITUACION FUTURA	4.4.1
4.4.1	INTRODUCCION	4.4.1
4.4.2	DESCRIPCION DETALLADA DE LAS OPERACIONES ANALIZADAS	4 4.2
4.4.3	RESULTADOS	4.4.7
5.	DISEÑOS PRELIMINARES	5.1.1
5.1	INTRODUCCION	5.1.1
5.2	ESQUEMAS ALTERNATIVOS DE OBRAS BASICAS Y DISEÑO PRELIMINAR	5.2.1
5.2.1	GENERALIDADES	5.2.1
5.2.2	DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS	5.2.2
5.2.3	DISEÑOS PRELIMINARES DE LAS OBRAS BASICAS	5.2.6
5.2.3.1	Embalse Puntilla del Viento	5.2.6
5.2.3.2	Embalse Los Angeles	5.2.10
5.2.3.3	Embalse Rocín	5.2.13
5.2.3.4	Aducción Jahuel	5.2.14
5.2.3.5	Aducción El Paico	5.2.14
5.2.3.6	Aducción Norte	5.2.15
5.2.3.7	Aducción Cabildo y Derivados	5.2.16
5.2.3.8	Canales Putaendo	5.2.17
5.2.3.9	Canal Waddington	5.2.17
5.2.3.10	Drenaje	5.2.18
5.2.4	ZONAS COSTERAS	5.2.21
5.2.4.1	Situación Actual	5.2.21
5.2.4.2	Situación Futura	5.2.21
5.2.4.3	Subsistemas de riego incorporables al sistema Aconcagua operando con los embalses propuestos	5.2.22

5.3	PRESUPUESTO DE LAS OBRAS	5.3.1
5.4	PROGRAMA DE LAS OBRAS	5.4.1
5.5	COSTOS DE OPERACION Y MANTENCION	5.5.1
6.	EVALUACION ECONOMICA Y ANALISIS DE SENSIBILIDAD	6.1.1
6.1	EVALUACION SOCIOECONOMICA DEL PROYECTO	6.1.1
6.1.1	OBJETIVO	6.1.1
6.1.2	ALTERNATIVAS DE DESARROLLO EVALUADAS	6.1.1
6.1.3	INVERSIONES Y COSTOS DE OPERACION Y MANTENCION	6.1.2
6.1.4	INGRESOS NETOS DE LOS PROYECTOS	6.1.2
6.1.5	SUPUESTOS BASICOS DE LA EVALUACION REALIZADA	6.1.3
6.1.6	RESULTADOS DE LA EVALUACION	6.1.4
6.2	ANALISIS DE SENSIBILIDAD	6.2.1
6.3	ANALISIS DEL REGADIO DE LAS CUENCAS CONSIDERANDOLAS EN FORMA SEPARADA	6.3.1
7.	ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS	7.1.1
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8.1.1
8.1	CONCLUSIONES	8.1.1
8.2	RECOMENDACION FINAL	8.2.1

VOLUMEN II

VOLUMEN II

INDICE

	PAGINA
1. CARACTERIZACION DEL VALLE	1.1.1.1
1.1 DESCRIPCION DEL AREA Y RECOPIACION DE ANTECEDENTES	1.1.1.1
1.1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL AREA	1.1.1.1
1.1.1.1 Localización geográfica	1.1.1.1
1.1.1.2 Antecedentes políticos y administrativos	1.1.1.1
1.1.1.3 División con fines de análisis y planificación	1.1.1.4
1.1.1.4 Características demográficas	1.1.1.6
1.1.1.5 Características socio económicas	1.1.1.9
1.1.1.6 Servicios e infraestructura	1.1.1.13
1.1.1.6.1 Transporte	1.1.1.13
1.1.1.6.2 Energía Eléctrica	1.1.1.17
1.1.1.6.3 Contaminación Industrial	1.1.1.18
1.1.2 RECOPIACION Y ANALISIS DE ANTECEDENTES	1.1.2.1
1.1.2.1 Antecedentes topográficos	1.1.2.1
1.1.2.2 Antecedentes agronómicos	1.1.2.1
1.1.2.3 Antecedentes hidrológicos y sedimentológicos	1.1.2.3
1.1.2.3.1 Banco Nacional de Aguas y Dirección Meteorológica de Chile	1.1.2.4
1.1.2.3.2 Estudio integral de riego de los valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca. CICA (1992)	1.1.2.6
1.1.2.3.3 Análisis estadístico de caudales en los ríos de Chile. Bf Ingenieros Civiles (1992)	1.1.2.8

1.1.2.3.4	Estudio de Factibilidad. Embalse Puntilla del Viento Estudio Hidrológico. Electrowatt (1988)	1.1.2.8
1.1.2.3.5	Recuperaciones del río Aconcagua y esteros afluentes y pérdidas en canales (1970)	1.1.2.9
1.1.2.3.6	Informes relativos al tema de las recuperaciones. Mediciones	1.1.2.9
1.1.2.3.7	Generación de nueva información hidrológica	1.1.2.10
1.1.2.4	Antecedentes recursos hídricos subterráneos	1.1.2.11
1.1.2.4.1	Levantamiento Geológico	1.1.2.12
1.1.2.4.1.1	Geomorfología	1.1.2.13
1.1.2.4.1.2	Geología Regional	1.1.2.13
1.1.2.4.1.3	Estructura	1.1.2.15
1.1.2.4.1.4	Historia Geológica	1.1.2.16
1.1.2.4.1.5	Geología de Subsuperficie	1.1.2.16
1.1.2.4.2	Catastro de sondeos, norias y vertientes	1.1.2.17
1.1.2.4.3	Estudios Hidrogeológicos Zonales	1.1.2.18
1.1.2.4.4	Mediciones de niveles estáticos y dinámicos en diferentes fechas	1.1.2.19
1.1.2.4.5	Ejecución de pruebas de bombeo y determinación de características hidráulicas	1.1.2.24
1.1.2.4.6	Mediciones y determinaciones de calidad química de las aguas	1.1.2.29
1.1.2.4.7	Determinación de volúmenes extraídos desde los diferentes pozos	1.1.2.30
1.1.2.4.8	Balances de aguas subterráneas por sectores	1.1.2.33
1.1.2.4.9	Estudio de pérdidas en canales e infiltración en predios de regadío	1.1.2.34
1.1.2.4.10	Estudio de pérdidas y recuperación en los lechos de los ríos	1.1.2.36
1.1.2.4.11	Otros antecedentes de interés hidrogeológico general	1.1.2.37
1.1.2.4.12	Bibliografía	1.1.2.37
1.1.2.5	Antecedentes derechos de aguas	1.1.2.40
1.1.2.5.1	Organización de usuarios	1.1.2.55
1.1.2.6	Antecedentes anteproyectos obras	1.1.2.55
1.1.2.6.1	Embalse Puntilla del Viento	1.1.2.55
1.1.2.6.2	Embalse Los Angeles y Túnel Veta del Agua	1.1.2.57
1.1.2.6.3	Canales Jahuel Y El Tártaro	1.1.2.58
1.1.2.6.4	Canal Alimentador Embalse Aromos	1.1.2.59
1.1.2.6.5	Anteproyectos Estudio CICA 1982	1.1.2.59

1.2	DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DE LA REGION	1.2.1.1
1.2.1	INTRODUCCION	1.2.1.1
1.2.2	CLIMA Y AGROCLIMA	1.2.2.1
1.2.2.1	Generalidades	1.2.2.1
1.2.2.2	Descripción de principales variables meteorológicas	1.2.2.2
1.2.2.2.1	Factores Generadores del Clima Regional	1.2.2.2
1.2.2.2.2	Situación Hídrica	1.2.2.3
1.2.2.2.3	Situación Termal	1.2.2.4
1.2.2.3	Divisiones agroclimáticas e implicancias agronómicas	1.2.2.8
1.2.2.3.1	Zona Agroclimática Litoral	1.2.2.12
1.2.2.3.2	Zona Agroclimática Costera Interior	1.2.2.14
1.2.2.3.3	Zona Agroclimática Central	1.2.2.16
1.2.2.4	Documentos consultados	1.2.2.18
1.2.3	SUELOS	1.2.3.1
1.2.3.1	Consideraciones sobre el sistema de capacidad de uso de suelo	1.2.3.1
1.2.3.2	Características principales de los suelos del área por zonas	1.2.3.3
1.2.3.3	Potencial productivo de los suelos en las áreas de secano bajo cota de canal	1.2.3.5
1.2.3.4	Potencial productivo de los suelos ubicados sobre la cota de canal	1.2.3.8

ANEXO 1.2.1: Antecedentes climatológicos

VOLUMEN III

VOLUMEN III

INDICE

	PAGINA
1. CARACTERIZACION DEL VALLE	
1.4 ESTUDIO DE RECURSOS HIDRICOS	1.3.1.1
1.3.1 PLUVIOMETRIA	1.3.1.1
1.3.1.1 Generalidades	1.3.1.1
1.3.1.2 Recopilación de estadísticas Pluviométricas	1.3.1.3
1.3.1.3 Estudio del patrón Pluviométrico	1.3.1.3
1.3.1.4 Valores anuales de las Estadísticas de precipitación	1.3.1.4
1.3.1.4.1 Ampliación y relleno de estadísticas	1.3.1.5
1.3.1.4.2 Análisis de homogeneidad de estadísticas	1.3.1.5
1.3.1.4.3 Análisis de frecuencia	1.3.1.6
1.3.1.4.4 Distribución espacial de la precipitación	1.3.1.6
1.3.1.5 Valores mensuales de las estadísticas de precipitación	1.3.1.8
1.3.1.6 Precipitaciones máximas en estaciones seleccionadas	1.3.1.8
1.3.1.7 Comentario final	1.3.1.9
1.3.2 FLUVIOMETRIA	1.3.2.1
1.3.2.1 Generalidades	1.3.2.1
1.3.2.2 Recopilación y análisis de antecedentes	1.3.2.3
1.3.2.2.1 Banco Nacional de Aguas D.G.A.	1.3.2.3
1.3.2.2.2 Estudio Integral de Riego de los valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca. CICA, 1982.	1.3.2.6

1.3.2.2.3	Análisis Estadístico de Caudales en los Ríos de Chile. bf Ingenieros Civiles, 1992.	1.3.2.7
1.3.2.2.4	Estudio de Factibilidad Embalse Puntilla del Viento. Estudio Hidrológico. Electrowatt, 1978.	1.3.2.8
1.3.2.2.5	Proyecto Embalse Los Angeles y Túnel Veta del Agua. Factibilidad Física.G. Noguera y Asociados, 1979.	1.3.2.8
1.3.2.2.6	Anteproyecto del Embalse Aromos. Departamento de Estudio de la Dirección de Riego, 1972.	1.3.2.9
1.3.2.3	Análisis de recursos hídricos en estaciones seleccionadas	1.3.2.10
1.3.2.3.1	Relleno y ampliación de estadística	1.3.2.10
1.3.2.3.2	Valores medios y estadígrafos de dispersión	1.3.2.21
1.3.2.3.3	Análisis de frecuencia	1.3.2.21
1.3.2.4	Caudales extremos afluentes a los embalses	1.3.2.22
1.3.2.4.1	Embalse Puntilla del Viento	1.3.2.22
1.3.2.4.2	Embalse Los Angeles	1.3.2.37
1.3.2.5	Transporte de sedimentos	1.3.2.42
1.3.2.5.1	Generalidades	1.3.2.42
1.3.2.5.2	Determinación del sedimento en suspensión	1.3.2.43
1.3.2.5.3	Tasas de sedimento en suspensión	1.3.2.46
1.3.2.5.4	Determinación del volumen de sedimento afluente a embalses	1.3.2.47
1.3.3	RECURSOS SUPERFICIALES NO CONTROLADOS	1.3.3.1
1.3.4	RECURSOS SUBTERRANEOS	1.3.4.1
1.3.4.1	Introducción General	1.3.4.1
1.3.4.1.1	Acuífero Los Andes - San Felipe	1.3.4.2
1.3.4.1.2	Acuífero Putaendo	1.3.4.3
1.3.4.1.3	Acuífero de San Felipe - Romeral	1.3.4.4
1.3.4.1.4	Acuífero de Romeral - Tabolango	1.3.4.4
1.3.4.1.5	Acuífero de Tabolango - Con Con	1.3.4.7
1.3.4.1.6	Bibliografía	1.3.4.7
1.3.4.2	Definición de los embalses subterráneos	1.3.4.10

1.3.4.2.1	Río Aconcagua Sector Los Andes - San Felipe	1.3.4.11
1.3.4.2.1.1	Definición del Embalse Subterráneo	1.3.4.11
1.3.4.2.1.2	Características Geométricas	1.3.4.12
	a) Límites Geográficos	1.3.4.13
	b) Bordes Laterales y de Fondo	1.3.4.13
	c) Espesor Total Saturado	1.3.4.14
1.3.4.2.1.3	Características Hidráulicas	1.3.4.15
	a) Transmisibilidad	1.3.4.15
	b) Caudal Específico	1.3.4.19
	c) Coeficiente de Almacenamiento	1.3.4.22
1.3.4.2.1.4	Características de La Napa	1.3.4.22
	a) Variación Histórica de Niveles	1.3.4.22
	b) Profundidad del Nivel de Saturación	1.3.4.27
	c) Sentido de Escurrimiento	1.3.4.28
	d) Calidad Química	1.3.4.28
1.3.4.2.1.5	Relaciones Río Acuífero	1.3.4.28
1.3.4.2.1.6	Catastro de Puntos Acuíferos	1.3.4.29
1.3.4.2.1.7	Funcionamiento Hidráulico del Embalse Subterráneo	1.3.4.34
	a) Las Entradas de Agua al Acuífero	1.3.4.34
	b) Salidas de Agua desde el Acuífero	1.3.4.36
1.3.4.2.1.8	Balance	1.3.4.37
	- Ingresos al Embalse Subterráneo	
	a) Infiltración desde el río Aconcagua	1.3.4.37
	b) Infiltración como producto del riego superficial	1.3.4.39
	c) Infiltración desde el lecho de los esteros y quebradas	1.3.4.41
	d) Infiltración en los piedemonte	1.3.4.41
	e) Infiltración Producto de las Precipitaciones	1.3.4.41
	- Las Salidas del Embalse Subterráneo	
	a) Salidas Subterráneas por San Felipe	1.3.4.41
	b) Explotación Artificial por sondajes	1.3.4.43
1.3.4.2.1.9	Posibilidades de Explotación	1.3.4.44
	a) Selección de lugares más adecuados	1.3.4.44
	b) Anteproyecto de las Obras	1.3.4.45

1.3.4.2.1.10	Previsión Futura de la Evolución de los Recursos de Agua Subterránea y Gestión	1.3.4.46
1.3.4.2.2	Río Aconcagua sector San Felipe-Romeral	1.3.4.48
1.3.4.2.2.1	Definición del Embalse Subterráneo	1.3.4.48
1.3.4.2.2.2	Características Geométricas	1.3.4.50
a)	Límites Geográficos	1.3.4.50
b)	Bordes Laterales y de Fondo	1.3.4.50
c)	Espesor Total Saturado	1.3.4.51
1.3.4.2.2.3	Características Hidráulicas	1.3.4.52
a)	Transmisibilidad	1.3.4.53
b)	Caudal Específico	1.3.4.56
c)	Coeficiente de Almacenamiento	1.3.4.56
1.3.4.2.2.4	Características de La Napa	1.3.4.57
a)	Variación Histórica de Niveles	1.3.4.57
b)	Profundidad del Nivel de Saturación	1.3.4.60
c)	Sentido de Escurrimiento	1.3.4.60
d)	Calidad Química	1.3.4.61
1.3.4.2.2.5	Relaciones Río Acuífero	1.3.4.61
1.3.4.2.2.6	Catastro de Puntos Acuíferos	1.3.4.62
1.3.4.2.2.7	Funcionamiento Hidráulico del Embalse Subterráneo	1.3.4.66
a)	Las Entradas de Agua al Acuífero	1.3.4.66
b)	Salidas de Agua desde el Acuífero	1.3.4.68
1.3.4.2.2.8	Balance	1.3.4.70
	- Ingresos	
a)	Infiltración Subterránea desde acuífero Putaendo y Los Andes	1.3.4.70
b)	Infiltración como producto del riego superficial	1.3.4.70
c)	Infiltración desde el lecho de los esteros y quebradas	1.3.4.71
d)	Infiltración en los piedemonte	1.3.4.72
e)	Infiltración Producto de las Precipitaciones	1.3.4.72

- Salidas

a)	Salidas Subterráneas por Romeral	1.3.4.72
b)	Explotación Artificial por sondajes	1.3.4.73
c)	Descargas por recuperaciones en el río Aconcagua y Esteros Afluentes	1.3.4.73
d)	Evaporación por Freatófilas	1.3.4.77
1.3.4.2.2.9	Posibilidades de Explotación	1.3.4.79
a)	Selección de lugares más adecuados	1.3.4.79
b)	Anteproyecto de las Obras	1.3.4.81
1.3.4.2.2.10	Previsión Futura de la Evolución de los Recursos de Agua Subterránea y Gestión	1.3.4.82
1.3.4.2.3	Río Aconcagua sector Romeral-Tabolango	1.3.4.83
1.3.4.2.3.1	Definición del embalse subterránea	1.3.4.83
1.3.4.2.3.2	Características Geométricas	1.3.4.85
a)	Límites Geográficos	1.3.4.85
b)	Bordes Laterales y de Fondo	1.3.4.85
c)	Espesor Saturado	1.3.4.86
1.3.4.2.3.3	Características Hidráulicas	1.3.4.87
a)	Transmisibilidad	1.3.4.87
b)	Caudal Específico	1.3.4.88
c)	Coeficiente de Almacenamiento	1.3.4.95
1.3.4.2.3.4	Características de La Napa	1.3.4.95
a)	Variación Histórica de Niveles	1.3.4.95
b)	Profundidad del Nivel de Saturación	1.3.4.98
c)	Sentido de Escurrimiento	1.3.4.99
d)	Calidad Química	1.3.4.99
1.3.4.2.3.5	Relaciones Río Acuífero	1.3.4.100
1.3.4.2.3.6	Catastro de Puntos Acuíferos	1.3.4.101
1.3.4.2.3.7	Funcionamiento Hidráulico del Embalse Subterráneo	1.3.4.110
a)	Las Entradas de Agua al Acuífero	1.3.4.110
b)	Salidas de Agua desde el Acuífero	1.3.4.112
1.3.4.2.3.8	Balance	1.3.4.112

- Ingresos

a)	Infiltración desde el río Aconcagua	1.3.4.112
b)	Infiltración como producto del riego superficial	1.3.4.113
c)	Infiltración desde el lecho de los esteros y quebradas	1.3.4.113
d)	Infiltración en los piedemonte	1.3.4.113
e)	Infiltración Producto de las Precipitaciones	1.3.4.113

- Salidas

a)	Salidas Subterráneas	1.3.4.114
b)	Explotación Artificial por sondajes	1.3.4.115
1.3.4.2.3.9	Posibilidades de Explotación	1.3.4.115
a)	Selección de lugares más adecuados	1.3.4.115
1.3.4.2.4	Río Aconcagua Sector Tabolango-Con Con	1.3.4.117
1.3.4.2.4.1	Definición del Embalse Subterráneo	1.3.4.117
1.3.4.2.4.2	Características Geométricas	1.3.4.119
1.3.4.2.4.3	Características Hidráulicas	1.3.4.119
a)	Acuífero Libre	1.3.4.119
b)	Acuífero Confinado	1.3.4.124
1.3.4.2.4.4	Características de La Napa	1.3.4.124

Acuífero Libre

a)	Variación Histórica de Niveles	1.3.4.124
b)	Profundidad del Nivel de Saturación	1.3.4.127
c)	Sentido de Escurrimiento	1.3.4.127
d)	Calidad Química	1.3.4.128

Acuífero Confinado

a)	Variación Histórica de Niveles	1.3.4.128
b)	Profundidad del Nivel de Saturación	1.3.4.128
c)	Sentido de Escurrimiento	1.3.4.128
d)	Calidad Química	1.3.4.129
1.3.4.2.4.5	Relaciones Río Acuífero y Mar Acuífero	1.3.4.129
a)	Relación Río - Acuífero	1.3.4.130
b)	Relación Mar - Acuífero	1.3.4.130
1.3.4.2.4.6	Catastro de Puntos Acuíferos	1.3.4.130

1.3.4.2.4.7	Funcionamiento Hidráulico del Embalse Subterráneo	1.3.4.136
	Acuífero Libre	
a)	Las Entradas de Agua al Acuífero	1.3.4.136
b)	Salidas de Agua desde el Acuífero	1.3.4.136
	Acuífero Confinado	
a)	Las Entradas de Agua al Acuífero	1.3.4.137
b)	Salidas de Agua desde el Acuífero	1.3.4.137
1.3.4.2.4.8	Balance	1.3.4.138
1.3.4.2.4.9	Posibilidades de Explotación	1.3.4.138
a)	Selección de lugares más adecuados	1.3.4.138
b)	Anteproyecto de las Obras	1.3.4.139
1.3.4.2.5	Río Putaendo	1.3.4.140
1.3.4.2.5.1	Definición del Embalse Subterráneo	1.3.4.140
1.3.4.2.5.2	Características Geométricas	1.3.4.142
a)	Límites Geográficos	1.3.4.142
b)	Bordes Laterales y de Fondo	1.3.4.142
c)	Espesor Total Saturado	1.3.4.144
1.3.4.2.5.3	Características Hidráulicas	1.3.4.145
a)	Transmisibilidad	1.3.4.145
b)	Caudal Específico	1.3.4.147
c)	Coeficiente de Almacenamiento	1.3.4.149
1.3.4.2.5.4	Características de La Napa	1.3.4.149
a)	Variación Histórica de Niveles	1.3.4.149
b)	Profundidad del Nivel de Saturación	1.3.4.154
c)	Sentido de Escurrimiento	1.3.4.155
d)	Calidad Química	1.3.4.156
1.3.4.2.5.5	Relaciones Río Acuífero	1.3.4.156
1.3.4.2.5.6	Catastro de Puntos Acuíferos	1.3.4.157
1.3.4.2.5.7	Funcionamiento Hidráulico del Embalse Subterráneo	1.3.4.161
a)	Las Entradas de Agua al Acuífero	1.3.4.161
b)	Salidas de Agua desde el Acuífero	1.3.4.163
1.3.4.2.5.8	Balance	1.3.4.165

- Ingresos		
a)	Infiltración desde el río Aconcagua	1.3.4.165
b)	Infiltración como producto del riego superficial	1.3.4.168
c)	Infiltración desde el lecho de los esteros y quebradas	1.3.4.168
d)	Infiltración en los piedemonte	1.3.4.168
e)	Infiltración Producto de las Precipitaciones	1.3.4.169
- Salidas		
a)	Salidas Subterráneas	1.3.4.169
b)	Explotación Artificial por sondajes	1.3.4.170
1.3.4.2.5.9	Posibilidades de Explotación	1.3.4.172
a)	Selección de lugares más adecuados	1.3.4.172
b)	Anteproyecto de las Obras	1.3.4.174
1.3.4.2.5.10	Previsión Futura de la Evolución de los Recursos de Agua Subterránea y Gestión	1.3.4.175
1.3.4.2.6	Río Petorca	1.3.4.177
1.3.4.2.6.1	Definición del Embalse Subterráneo	1.3.4.177
1.3.4.2.6.2	Características Geométricas	1.3.4.180
1.3.4.2.6.3	Características Hidráulicas	1.3.4.180
a)	Transmisibilidad	1.3.4.180
b)	Caudal Específico	1.3.4.181
c)	Coeficiente de Almacenamiento	1.3.4.181
1.3.4.2.6.4	Características de La Napa	1.3.4.181
a)	Variación Histórica de Niveles	1.3.4.182
b)	Profundidad del Nivel de Saturación	1.3.4.182
c)	Sentido de Esgurrimiento	1.3.4.182
d)	Calidad Química	1.3.4.183
1.3.4.2.6.5	Relaciones Río Acuífero	1.3.4.183
1.3.4.2.6.6	Catastro de Puntos Acuíferos	1.3.4.184
1.3.4.2.7	Río Ligua	1.3.4.189
1.3.4.2.7.1	Definición del Embalse Subterráneo	1.3.4.189
1.3.4.2.7.2	Características Geométricas	1.3.4.192
a)	Límites Geográficos	1.3.4.192
b)	Bordes Laterales y de Fondo	1.3.4.192
c)	Espesor Total Saturado	1.3.4.193

1.3.4.2.7.3	Características Hidráulicas	1.3.4.194
a)	Transmisibilidad	1.3.4.194
b)	Caudal Específico	1.3.4.194
c)	Coeficiente de Almacenamiento	1.3.4.197
1.3.4.2.7.4	Características de La Napa	1.3.4.197
a)	Variación Histórica de Niveles	1.3.4.197
b)	Profundidad del Nivel de Saturación	1.3.4.201
c)	Sentido de Escurrimiento	1.3.4.202
d)	Calidad Química	1.3.4.203
1.3.4.2.7.5	Relaciones Río Acuífero	1.3.4.205
1.3.4.2.7.6	Catastro de Puntos Acuíferos	1.3.4.206
1.3.4.2.7.7	Funcionamiento Hidráulico del Embalse Subterráneo	1.3.4.209
a)	Las Entradas de Agua al Acuífero	1.3.4.209
b)	Salidas de Agua desde el Acuífero	1.3.4.210
1.3.4.2.7.8	Balance	1.3.4.212
	- Ingresos	
a)	Infiltración desde el río Alicahue	1.3.4.212
b)	Infiltración como producto del riego superficial	1.3.4.213
c)	Infiltración desde el lecho de los esteros y quebradas	1.3.4.214
d)	Infiltración Producto de las Precipitaciones	1.3.4.214
	- Salidas	
a)	Salidas Subterráneas Sector Bajo San Lorenzo	1.3.4.214
b)	Explotación Artificial por sondeos	1.3.4.215
1.3.4.2.7.9	Posibilidades de Explotación	1.3.4.218
a)	Selección de lugares más adecuados	1.3.4.218
b)	Anteproyecto de las Obras	1.3.4.219
1.3.4.2.7.10	Previsión Futura de la Evolución de los Recursos de Agua Subterránea y Gestión	1.3.4.219
1.3.5	REUSO DE LAS AGUAS	1.3.5.1
1.3.5.1	Generalidades	1.3.5.1
1.3.5.2	Recopilación de antecedentes	1.3.5.1

1.3.5.3	Sectores fluviales con Recuperaciones	1.3.5.2
1.3.5.3.1	Valle del río Aconcagua	1.3.5.2
1.3.5.3.2	Valle del río Ligua	1.3.5.9
1.3.5.3.3	Valle del río Petorca	1.3.5.11
1.3.6.	CALIDAD DE LAS AGUAS	1.3.6.1
1.3.6.1	Generalidades	1.3.6.1
1.3.6.2	Recopilación y análisis de antecedentes	1.3.6.2
1.3.6.3	Identificación del uso del agua y normas de calidad	1.3.6.4
1.3.6.3.1	Agua para el consumo humano	1.3.6.4
1.3.6.3.2	Agua para la bebida de animales	1.3.6.7
1.3.6.3.3	Agua para riego	1.3.6.7
1.3.6.3.4	Agua para la estética y la recreación	1.3.6.10
1.3.6.3.5	Agua para la vida acuática	1.3.6.11
1.3.6.4	Proposición de una metodología para el seguimiento de calidad de las aguas	1.3.6.13
1.3.6.4.1	Generalidades	1.3.6.13
1.3.6.4.2	Proposición de una Red de Estaciones de Calidad de Aguas	1.3.6.14
1.3.6.4.3	Tipos de control	1.3.6.16
1.3.6.4.4	Frecuencia de las mediciones	1.3.6.17
1.3.6.4.5	Algunos valores característicos de la calidad del agua	1.3.6.17
1.3.7.	DERECHOS DE APROVECHAMIENTO	1.3.7.1
1.3.7.1	Obtención de antecedentes	1.3.7.1
1.3.7.1.1	Dirección General de Aguas, Oficina Santiago	1.3.7.1
1.3.7.1.2	Dirección Regional de Aguas-V Región	1.3.7.1
1.3.7.1.3	Catastro de Usuarios	1.3.7.2
1.3.7.1.4	Organizaciones de Usuarios	1.3.7.3
1.3.7.2	Clasificación de la información	1.3.7.3

1.3.7.3	Análisis de la información	1.3.7.5
1.3.7.3.1	Aguas Superficiales según Organización de Usuarios	1.3.7.5
1.3.7.3.2	Aguas Superficiales según Registro D.G.A.	1.3.7.5
1.3.7.3.3	Aguas Subterráneas según Registro D.G.A.	1.3.7.6

VOLUMEN IV

VOLUMEN IV

ESTUDIO DE LOS RECURSOS HIDRICOS

ANEXOS

Anexo 1.3.1.1	:	Estadística de precipitaciones mensuales observadas.
Anexo 1.3.1.2	:	Estadística de precipitaciones anuales observadas.
Anexo 1.3.1.3	:	Correlaciones de precipitaciones anuales.
Anexo 1.3.1.4	:	Curvas doble acumulada.
Anexo 1.3.1.5	:	Gráfico de frecuencia de las precipitaciones anuales.
Anexo 1.3.1.6	:	Ajuste de Gumbel a las series de precipitaciones extremas. Representación gráfica.
Anexo 1.3.2.1	:	Estadística de Caudales Mensuales Observados.
Anexo 1.3.2.2	:	Correlaciones gráficas entre Pocuro en el Sifón y Alicahue en Colliguay.

VOLUMEN V

VOLUMEN V

INDICE

	PAGINA
2. ANALISIS AGRONOMICO ACTUAL	2.1.1.1
2.1 CARACTERIZACION PRODUCTIVA Y ECONOMICA DE LA REGION	2.1.1.1
2.1.1 CARACTERIZACION PRODUCTIVA	2.1.1.1
2.1.1.1 Generalidades de la agricultura regional	2.1.1.1
2.1.1.2 Uso actual del suelo por zonas de riego	2.1.1.3
2.1.1.3 Tecnología de producción para los diferentes rubros	2.1.1.10
2.1.1.4 Rendimientos y producción por zonas	2.1.1.11
2.1.2 CARACTERIZACION ECONOMICA DE LA PRODUCCION	2.1.2.1
2.1.2.1 Descripción de las variables principales que afectan a la economía agrícola de la región	2.1.2.1
2.1.2.2 Metodología utilizada para estimar ingresos, costos y márgenes	2.1.2.3
2.1.2.3 Valorización de la producción por zona de planificación	2.1.2.10
2.1.2.4 Documentos consultados	2.1.2.12
2.2 SISTEMAS ADMINISTRATIVOS DE RIEGO	2.2.1.1
2.2.1 INTRODUCCION	2.2.1.1
2.2.2 METODO DE TRABAJO	2.2.2.1

2.2.2.1	Ficha de canales	2.2.2.1
2.2.2.1.1	Río Aconcagua 1ª Sección	2.2.2.1
2.2.2.1.2	Río Aconcagua 2ª Sección	2.2.2.1
2.2.2.1.3	Río Aconcagua 3ª Sección	2.2.2.2
2.2.2.1.4	Río Aconcagua 4ª Sección	2.2.2.3
2.2.2.1.5	Río Putaendo	2.2.2.3
2.2.2.1.6	Estero Catemu	2.2.2.3
2.2.2.1.7	Valle del Río Ligua - Estero Alicahue	2.2.2.4
2.2.2.1.8	Valle del Río Ligua - Estero Los Angeles	2.2.2.4
2.2.2.1.9	Río Ligua	2.2.2.5
2.2.2.1.10	Hoya del Río Petorca - Estero Sobrante	2.2.2.5
2.2.2.1.11	Hoya del Río Petorca - Estero Pedernal	2.2.2.6
2.2.2.1.12	Hoya del Río Petorca - Estero Chalaco	2.2.2.7
2.2.2.1.13	Río Petorca	2.2.2.7
2.2.3	RESULTADOS OBTENIDOS	2.2.3.1
2.2.3.1	Río Aconcagua 1ª Sección	2.2.3.1
2.2.3.2	Río Aconcagua 2ª Sección	2.2.3.8
2.2.3.3	Río Aconcagua 3ª Sección	2.2.3.14
2.2.3.4	Río Aconcagua 4ª Sección	2.2.3.20
2.2.3.5	Estero Catemu	2.2.3.23
2.2.3.6	Río Putaendo	2.2.3.25
2.2.3.7	Río Ligua	2.2.3.33
2.2.3.8	Estero Alicahue afluente río La Ligua	2.2.3.38
2.2.3.9	Estero Los Angeles afluente río La Ligua	2.2.3.41
2.2.3.10	Río Petorca	2.2.3.44
2.2.3.11	Estero Sobrante Río Petorca	2.2.3.52
2.2.3.12	Estero Chalaco	2.2.3.56
2.2.1.13	Estero Pedernal	2.2.3.58

3.	ANALISIS AGRONOMICO FUTURO	3.1.1.1
3.1.	CARACTERIZACION PRODUCTIVA Y ECONOMICA	3.1.1.1
3.1.1	DESARROLLO AGROPECUARIO	3.1.1.1
3.1.1.1	Potencial agroeconómico	3.1.1.1
3.1.1.2	Caracterización económica y productiva por zona de planificación	3.1.1.3
3.1.1.2.1	Supuestos Metodológicos	3.1.1.3
3.1.1.2.2	Estimación de Superficies de Rubros en Situación Futura por Zona de Planificación	3.1.1.4
3.1.1.2.3	Cambios en Rendimientos	3.1.1.7
3.1.1.3	Curvas de desarrollo de nuevos cultivos o plantaciones	3.1.1.9
3.1.1.4	Estimación de volúmenes de producción futura por zona	3.1.1.10
3.1.2	INVERSION PREDIAL	3.1.2.1
3.1.3	BENEFICIO NETO AGROPECUARIO	3.1.3.1
3.1.3.1	Excedentes netos en situación futura	3.1.3.1
3.1.3.2	Estimación de beneficios netos	3.1.3.4
3.2	SECTORES DE NUEVO RIEGO Y DEMANDAS DE AGUA	3.2.1.1
3.2.1	SECTORES DE NUEVO RIEGO	3.2.1.1
3.2.2	DEMANDAS DE AGUA PARA EL RIEGO	3.2.2.1
3.2.2.1	Metodología de estimación	3.2.2.1
3.2.2.2	Demanda de agua por rubro y zona Agroclimática	3.2.2.1
3.2.2.3	Requerimiento de agua de riego por zona	3.2.2.1
3.2.3	DEMANDAS DE AGUA PARA OTROS USOS	3.2.3.1
3.2.3.1	General	3.2.3.1

3.2.3.2	Demandas de agua potable, industrial y minero	3.2.3.3
3.2.3.2.1	Agua Potable	3.2.3.3
3.2.3.2.2	Agua para uso Industrial	3.2.3.3
3.2.3.2.3	Agua para uso en la Minería	3.2.3.4
3.2.3.2.4	Evaluación de las Demandas de Agua	3.2.3.4
3.2.3.3	Demandas de agua para Centrales Hidroeléctricas	3.2.3.5
3.2.3.3.1	Demandas Actuales	3.2.3.5
3.2.3.3.2	Programa de Obras Futuras	3.2.3.6

ANEXO 3.1 EXCEDENTES TOTALES POR ZONA DE PLANIFICACION.

ANEXO 3.2 ANTECEDENTES PARA EL CALCULO DE DEMANDAS DE AGUA Y ENTRADA DE DATOS PARA PROGRAMA CROPWAT.

ANEXO 3.3 DEMANDAS DE AGUA POR RUBRO Y POR ZONA AGROCLIMATICA Y REQUERIMIENTOS DE AGUA DE RIEGO POR ZONA.

VOLUMEN VI

VOLUMEN VI

INDICE

	PAGINA
4. BALANCE HIDRICO	4.1.1.1
4.1 SITUACION ACTUAL	4.1.1.1
4.1.1 DEMANDAS ACTUALES DE AGUAS	4.1.1.1
4.1.1.1 Generalidades	4.1.1.1
4.1.1.2 Zona 1: Zona alta del río Aconcagua	4.1.1.2
4.1.1.2.1 Demandas por Riego	4.1.1.2
4.1.1.2.2 Demandas de Agua Potable, Industria y Minería	4.1.1.2
4.1.1.3 Zona 2: Zona río Putaendo	4.1.1.2
4.1.1.3.1 Demandas por Riego	4.1.1.2
4.1.1.3.2 Demandas de Agua Potable, Industria y Minería	4.1.1.3
4.1.1.4 Zona 3: Zona central del río Aconcagua	4.1.1.3
4.1.1.4.1 Demandas por Riego	4.1.1.3
4.1.1.4.2 Demandas de Agua Potable, Industria y Minería	4.1.1.3
4.1.1.5 Zona 4: Zona baja del río Aconcagua	4.1.1.3
4.1.1.5.1 Demandas por Riego	4.1.1.3
4.1.1.5.2 Demandas de Agua Potable, Industria y Minería	4.1.1.4
4.1.1.6 Zona 5: Zona Costera	4.1.1.4
4.1.1.6.1 Demandas por Riego	4.1.1.4
4.1.1.6.2 Demandas de Agua Potable, Industria y Minería	4.1.1.4
4.1.1.7 Zona 6: Zona del río La Ligua	4.1.1.4
4.1.1.7.1 Demandas por Riego	4.1.1.4
4.1.1.7.2 Demandas de Agua Potable, Industria y Minería	4.1.1.5

4.1.1.8	Zona 7: Zona del río Petorca	4.1.1.5
4.1.1.8.1	Demandas por Riego	4.1.1.5
4.1.1.8.2	Demandas de Agua Potable, Industria y Minería	4.1.1.5
4.1.2	OFERTAS DE AGUA ACTUALES	4.1.2.1
4.1.2.1	Generalidades	4.1.2.1
4.1.2.2	Ofertas de agua por zonas	4.1.2.3
4.1.2.2.1	Zona 1: Zona alta del río Aconcagua	4.1.2.3
4.1.2.2.2	Zona 2: Cuenca del río Putaendo	4.1.2.4
4.1.2.2.3	ZONA 3: Segunda sección del río Aconcagua	4.1.2.4
4.1.2.2.4	ZONA 4: Tercera y cuarta sección del río Aconcagua	4.1.2.5
4.1.2.2.5	ZONA 5: Zona costera entre el río Aconcagua y río La Ligua	4.1.2.5
4.1.2.2.6	ZONA 6: Cuenca del río La Ligua	4.1.2.6
4.1.2.2.7	ZONA 7: Cuenca del río Petorca	4.1.2.6
4.1.3	BALANCE HIDRICO. SEGURIDAD DE RIEGO	4.1.3.1
4.1.3.1	Objetivos del modelo de simulación operacional	4.1.3.1
4.1.3.2	Análisis de antecedentes y sus resultados	4.1.3.2
4.1.3.2.1	Características del Modelo Precedente Desarrollado por CICA	4.1.3.2
4.1.3.2.2	Formulación de un Nuevo Modelo	4.1.3.7
4.1.3.3	Bases conceptuales del modelo Elaborado	4.1.3.11
4.1.3.3.1	Topología del Sistema de Riego	4.1.3.13
4.1.3.3.2	Características Operacionales	4.1.3.30
4.1.3.3.3	Demandas de Riego	4.1.3.32
4.1.3.3.4	Norma de Operación de los Embalses Existentes	4.1.3.36

4.1.3.3.5	Antecedentes Hidrológicos	4.1.3.37
4.1.3.3.6	Entrada de Datos y presentación de resultados	4.1.3.52
4.1.3.3.7	Diagrama de Flujo del Modelo	4.1.3.55
4.1.3.3.8	Validación del Modelo	4.1.3.64
4.2	SITUACION FUTURA	4.2.1.1
4.2.1	DEMANDAS FUTURAS DE AGUA	4.2.1.1
4.2.1.1	Generalidades	4.2.1.1
4.2.1.2	Zona 1: Zona alta del río Aconcagua	4.2.1.1
4.2.1.2.1	Demandas por Riego	4.2.1.1
4.2.1.2.2	Demandas de Agua Potable, Industria y Minería	4.2.1.2
4.2.1.3	Zona 2: Zona río Putaendo	4.2.1.2
4.2.1.3.1	Demandas por Riego	4.2.1.2
4.2.1.3.2	Demandas de Agua Potable, Industria y Minería	4.2.1.2
4.2.1.4	Zona 3: Zona central del río Aconcagua	4.2.1.2
4.2.1.4.1	Demandas por Riego	4.2.1.2
4.2.1.4.2	Demandas de Agua Potable, Industria y Minería	4.2.1.3
4.2.1.5	Zona 4: Zona baja del río Aconcagua	4.2.1.3
4.2.1.5.1	Demandas por Riego	4.2.1.3
4.2.1.5.2	Demandas de Agua Potable, Industria y Minería	4.2.1.3
4.2.1.6	Zona 5: Zona costera	4.2.1.3
4.2.1.6.1	Demandas por Riego	4.2.1.3
4.2.1.6.2	Demandas de Agua Potable, Industria y Minería	4.2.1.4
4.2.1.7	Zona 6: Zona del río la Ligua	4.2.1.4
4.2.1.7.1	Demandas por Riego	4.2.1.4
4.2.1.7.2	Demandas de Agua Potable, Industria y Minería	4.2.1.4

4.2.1.8	Zona 7: Zona del río Petorca	4.2.1.4
4.2.1.8.1	Demandas por Riego	4.2.1.4
4.2.1.8.2	Demandas de Agua Potable, Industria y Minería	4.2.1.5
4.2.2	OFERTAS FUTURAS DE AGUA	4.2.2.1
4.2.2.1	Generalidades	4.2.2.1
4.2.2.2	Oferta de agua por zonas	4.2.2.1
4.2.2.2.1	Zona 1	4.2.2.1
4.2.2.2.2	Zona 2	4.2.2.2
4.2.2.4.2	Zona 3	4.2.2.2
4.2.2.2.4	Zona 4	4.2.2.3
4.2.2.2.5	Zona 5	4.2.2.4
4.2.2.2.6	Zona 6	4.2.2.4
4.2.2.2.7	Zona 7	4.2.2.5
4.2.3	BALANCE HIDRICO	4.2.3.1
4.2.3.1	Introducción	4.2.3.1
4.2.3.1.1	Aguas Superficiales	4.2.3.2
4.2.3.1.2	Agua Subterránea	4.2.3.6
4.2.3.2	Operaciones simuladas realizadas y sus parámetros	4.2.3.8
4.2.3.2.1	Introducción	4.2.3.8
4.2.3.2.2	Operaciones Simuladas Realizadas	4.2.3.10
4.2.3.2.3	Valores Asignados a los Parámetros del Modelo	4.2.3.15
4.2.3.2.4	Descripción Detallada de las Operaciones Analizadas	4.2.3.20
4.2.3.3	Resultados de las operaciones simuladas	4.2.3.27
4.2.3.3.1	Resumen de los Resultados de la Simulación, Sin Proyecto	4.2.3.27
4.2.3.3.2	Resumen de los Resultados de la Simulación, Con Proyecto	4.2.3.28
4.2.3.3.3	Otros resultados	4.2.3.32
4.2.3.4	Resumen y conclusiones del balance hídrico	4.2.3.34
4.2.3.4.1	Resumen	4.2.3.34
4.2.3.4.2	Conclusiones	4.2.3.36

VOLUMEN VII

VOLUMEN VII

INDICE

	PAGINAS
5. DISEÑOS PRELIMINARES	5.1.1.1
5.1 CAPACIDAD DE LAS OBRAS Y CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	5.1.1.1
5.1.1 GENERALIDADES	5.1.1.1
5.1.2 DEFINICION Y CAPACIDAD DE LAS OBRAS	5.1.2.1
5.1.3 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	5.1.3.1
5.1.3.1 Embalses de Regulación Interanual	5.1.3.1
5.1.3.2 Aducciones	5.1.3.3
5.1.3.2.1 Criterios de diseño en canales	5.1.3.3
5.1.3.2.2 Criterios de diseño de túneles	5.1.3.6
5.1.3.2.3 Criterios de diseño de sifones	5.1.3.8
5.1.3.2.4 Criterios de diseño de Bocatomas	5.1.3.9
5.1.3.3 Estaciones de bombeo	5.1.3.9
5.1.3.4 Embalses de regulación horaria	5.1.3.9
5.1.3.5 Obras menores	5.1.3.10
5.2 ESQUEMAS ALTERNATIVOS DE OBRAS BASICAS Y DISEÑO PRELIMINAR DE LAS OBRAS	5.2.1.1
5.2.1 GENERALIDADES	5.2.1.1
5.2.2 DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS	5.2.2.1
5.2.2.1 Proyecto 1 (Puntilla del Viento - Canal Jahuel)	5.2.2.1
5.2.2.2 Proyecto 2 (Puntilla del Viento - Canal El Paico)	5.2.2.3

5.2.2.3	Proyecto 3 (Puntilla del Viento - Rocín - Canal El Paico)	5.2.2.4
5.2.2.4	Proyecto 4 (Los Angeles)	5.2.2.5
5.2.2.5	Proyecto 5 (Los Angeles - Rocín)	5.2.2.6
5.2.2.6	Proyecto 6 (Puntilla del Viento - Los Angeles)	5.2.2.7
5.2.2.7	Proyecto 7 (Puntilla del Viento - Los Angeles - Rocín)	5.2.2.9
5.2.2.8	Proyecto 8 (Bombeo)	5.2.2.10
5.2.3	DISEÑOS PRELIMINARES OBRAS BASICAS	5.2.3.1
5.2.3.1	Embalse Puntilla del Viento	5.2.3.1
5.2.3.1.1	Antecedentes Básicos	5.2.3.1
5.2.3.1.2	Selección del Tipo de Muro	5.2.3.9
5.2.3.1.3	Descripción de las Obras	5.2.3.16
5.2.3.1.4	Interferencias	5.2.3.20
5.2.3.2	Embalse Los Angeles	5.2.3.59
5.2.3.2.1	Antecedentes Básicos	5.2.3.59
5.2.3.2.2	Selección del Tipo de Muro	5.2.3.66
5.2.3.2.3	Descripción de las Obras	5.2.3.72
5.2.3.2.4	Interferencias	5.2.3.76
5.2.3.3	Embalse Rocín	5.2.3.94
5.2.3.3.1	Antecedentes Básicos	5.2.3.94
5.2.3.3.2	Descripción de las Obras	5.2.3.95
5.2.3.4	Aducción Jahuel	5.2.3.100
5.2.3.5	Aducción El Paico	5.2.3.104
5.2.3.6	Aducción Norte	5.2.3.108
5.2.3.7	Aducción Cabildo y Derivados	5.2.3.112
5.2.3.7.1	Canal Cabildo	5.2.3.112
5.2.3.7.2	Canal Papudo y Ramales	5.2.3.114
5.2.3.7.3	Canales Quebradilla Oriente y Poniente	5.2.3.115

5.2.3.8	Canales Putaendo	5.2.3.118
5.2.3.9	Canal Waddington	5.2.3.119
5.2.3.10	Obras Anexas y Menores	5.2.3.121
5.2.3.10.1	Bocatomas	5.2.3.121
5.2.3.10.2	Cruce de Quebradas	5.2.3.121
5.2.3.10.3	Cruce de Caminos	5.2.3.123
5.2.3.10.4	Obras de Entrega	5.2.3.123
5.2.3.10.5	Sifones	5.2.3.124
5.2.3.11	Bombeo desde Acuíferos	5.2.3.125
5.2.3.11.1	Bombeo desde Acuíferos en proyectos 1 al 7	5.2.3.125
5.2.3.11.2	Bombeo desde Acuíferos en proyecto 8	5.2.3.135
5.2.3.12	Drenaje	5.2.3.140
5.2.3.12.1	Antecedentes Generales	5.2.3.140
5.2.3.12.2	Problemas de Drenaje	5.2.3.140
5.2.3.12.3	Proyectos de Drenaje	5.2.3.142
5.2.4	ZONAS COSTERAS	5.2.4.1
5.2.4.1	Situación Actual	5.2.4.1
2.4.2	Subsistemas incorporables al sistema Aconcagua operando con los embalses propuestos	5.2.4.2
5.2.4.2.1	Sector Río La Ligua - Estero Catapilco	5.2.4.2
5.2.4.2.2	Sector Estero Catapilco - Río Aconcagua	5.2.4.4
5.2.4.2.3	Sector Estero Huaquén	5.2.4.5
5.3	PRESUPUESTO DE LAS OBRAS	
5.3.1	BASES GENERALES	5.3.1.1
5.3.2	PRESUPUESTO DE LAS OBRAS DE EMBALSE	5.3.2.1
5.3.3	PRESUPUESTO DE LOS CANALES DE TRASVASE Y DE DISTRIBUCION	5.3.3.1
5.3.4	PRESUPUESTO DE LOS POZOS DE BOMBEO	5.3.4.1
5.3.5	VALORIZACION DE LAS INTERFERENCIAS	5.3.5.1

5.3.5.1	Aducciones	5.3.5.1
5.3.5.2	Embalse Los Angeles	5.3.5.4
5.3.5.3	Embalse Puntilla del Viento	5.3.5.8
5.3.6	PRESUPUESTO DE LOS PROYECTOS	5.3.6.1
5.4	PROGRAMA DE LAS OBRAS	
5.4.1	ANTECEDENTES GENERALES	5.4.1.1
5.4.2	PROGRAMA DE CONSTRUCCION	5.4.2.1
5.5	COSTO DE OPERACION Y MANTENCION	5.5.1.1
5.5.1	COSTO DE OPERACION Y MANTENCION DE LOS EMBALSES	5.5.1.1
5.5.2	COSTO DE OPERACION Y MANTENCION DE CANALES	5.5.2.1
5.5.3	COSTO DE OPERACION, MANTENCION Y REPOSICIÓN LOS POZOS	5.5.3.1
5.5.3.1	Costo de Operación	5.5.3.1
5.5.3.2	Costo de Mantención	5.5.3.1
5.5.3.3	Costo de Reposición	5.5.3.3
5.5.3.4	Costos Totales	5.5.3.4
6.	EVALUACION ECONOMICA	6.1.1.1
6.1	EVALUACION SOCIOECONOMICA DEL PROYECTO	6.1.1.1
6.1.1	INTRODUCCION	6.1.1.1
6.1.2	ALTERNATIVAS DE DESARROLLO	6.1.2.1
6.1.3	METODOLOGIA DE EVALUACION DEL PROYECTO DE RIEGO	6.1.3.1
6.1.3.1	Generalidades	6.1.3.1

6.1.3.2	Estimación de los flujos económicos de la producción agropecuaria para la evaluación del proyecto	6.1.3.1
6.1.3.3	Situación "Sin" proyecto	6.1.3.3
6.1.3.4	Situación "Con" proyecto	6.1.3.3
6.1.4	EVALUACION PRIVADA Y SOCIAL	6.1.4.1
6.1.4.1	Supuestos Básicos de Evaluación	6.1.4.1
6.1.4.2	Evaluación Privada	6.1.4.1
6.1.4.3	Evaluación Social	6.1.4.2
6.1.4.4	Flujos de la Evaluación Económica	6.1.4.2
6.1.5	INDICADORES ECONOMICOS	6.1.5.1
6.1.5.1	Resultados	6.1.5.1
6.1.5.2	Análisis de resultados	6.1.5.1
6.1.5.2.1	Precios Sociales	6.1.5.1
6.1.5.2.2	Precios Privados	6.1.5.1
6.1.5.3	Selección de alterantivas	6.1.5.3
6.1.5.4	Estabilidad económica de la alternativa seleccionada	6.1.5.3
6.2	ANALISIS DE SENSIBILIDAD	
6.2.1	INTRODUCCION	6.2.1.1
6.2.2	SENSIBILIZACION GENERAL	6.2.2.1
6.2.3	SENSIBILIZACION A LA TASA DE DESCUENTO	6.2.3.1
6.2.4	EVALUACION ECONOMICA DE LOS EFECTOS DE INCLUIR UNA CENTRAL HIDROELECTRICA JUNTO AL PIE DE LA PRESA DE LOS ANGELES	6.2.4.1
6.2.4.1	Introducción	6.2.4.1
6.2.4.2	Características de la Central Hidroeléctrica	6.2.4.1
6.2.4.2.1	Potencia y energía de la central	6.2.4.1
6.2.4.2.2	Costo de la central	6.2.4.2

6.2.4.3	Evaluación Económica	6.2.4.2
6.2.4.4	Conclusiones	6.2.4.2
6.2.4.5	Efectos de las demandas no agrícolas	6.2.4.2
7.	ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS	7.1.1.1
7.1	INTRODUCCION	7.1.1.1
7.2	SITUACION ACTUAL	7.2.1.1
7.2.1	MERCEDES DE AGUA PARA HIDROELECTRICIDAD	7.2.1.1
7.2.2	SITUACION LEGAL DE LOS RECURSOS DE AGUA PARA REGADIO	7.2.2.1
7.2.2.1	Río Aconcagua	7.2.2.1
7.2.2.2	Río Putaendo	7.2.2.3
7.2.2.3	Estero Catemu	7.2.2.4
7.2.2.4	Valle del Río Ligua	7.2.2.4
7.2.2.5	Valle río Petorca	7.2.2.5
7.2.3	SITUACION LEGAL DE LOS RECURSOS PARA OTROS USOS	7.2.3.1
7.2.4	COMENTARIOS SOBRE LA SITUACION ACTUAL DE LOS DERECHOS DE AGUA	7.2.4.1
7.3	ASPECTOS LEGALES RELACIONADOS CON LAS OBRAS DEL PROYECTO	7.3.1.1
7.3.1	ANTECEDENTES GENERALES	7.3.1.1
7.3.2	ANALISIS DE SITUACION LEGAL DE LAS OBRAS DEL PROYECTO	7.3.2.1
7.3.2.1	Embalse Puntilla del Viento	7.3.2.1
7.3.2.2	Embalse Los Angeles	7.3.2.2
7.3.2.3	Embalse Rocín	7.3.2.2
7.3.2.4	Canales	7.3.2.3

7.4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7.4.1.1
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO	8.1.1.1
8.1	CONCLUSIONES	8.1.1.1
8.2	RECOMENDACION FINAL	8.2.1.1